



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Projet de fin d'étude

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

Option : Biotechnologie Végétale

Thème

Etude de l'effet allélopathique des extraits aqueux et éthanoliques de l'Harmal (*Peganum harmala* L.) et le laurier rose (*Nerium oleander* L.) sur la germination du blé dur et de *Centaurea* sp.

Présenté par : Mlle. KADDOURI Amina

Soutenu le : 29 juin 2024

Devant le jury

Mme OUALHA Dalila	MAA Univ. De Djelfa	Président
Mme DEHBI Faouzia	MAA Univ. De Djelfa	Promoteur
Mr BOUGOUTAIA Youcef	MCA Univ. De Djelfa	Co-promoteur
Mme ZAOUI Aicha	MAA Univ. De Djelfa	Examineur

Année Universitaire : 2023 /2024



## *Remerciements*

*On remercie mon **Dieu** le Tout-Puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas vu le jour sans l'aide et l'encadrement de Madame **DEHBI Faouzia**, Maître Assistant Classe « A » à l'université Ziane Achour de Djelfa, et de Monsieur **BOUGOUTAIA Youcef**, Maître de Conférences Classe « A » à l'université Ziane Achour de Djelfa. On les remercie pour la qualité de leur encadrement exceptionnel, pour leur patience, leur rigueur et leur disponibilité durant la préparation de ce mémoire.*

*De plus, je tiens à remercier Madame **OUALHA Dalila**, Maître Assistant Classe « A » à l'université Ziane Achour de Djelfa, pour avoir accepté d'honorer cette soutenance en tant que présidente du jury. J'exprime ma plus profonde considération à son égard.*

*Mes remerciements vont également à Madame **ZAOUI Aicha**, Maître Assistant Classe « A » à l'université Ziane Achour de Djelfa, pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail en acceptant de faire partie du jury de soutenance.*

*Je voudrais également remercier tous nos professeurs qui ont joué un rôle pour nous amener là où nous en sommes aujourd'hui.*

*Je tiens enfin à exprimer ma gratitude envers tous ceux qui ont apporté leur contribution, de près ou de loin, à ma formation et à la réalisation de ce travail. Votre soutien, vos encouragements et vos conseils ont été d'une importance capitale.*





# *Dédicace*

*Au nom de Dieu, le Clément et le Miséricordieux, louange à Allah le Tout-Puissant.*

*À l'âme de papa,*

*Dans l'ombre de ton absence, chaque succès est teinté de tristesse, car tu n'es pas là pour partager ces moments. Ta mort prématurée, dont je ne pouvais oublier les événements et notre dernière promesse, m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Aujourd'hui, le rêve tant attendu pour nous s'est réalisé, et tu n'es pas avec moi. Je dédie ce triomphe à ta mémoire éternelle, avec l'espoir que, d'où tu es, tu puisses ressentir toute la fierté et l'amour que je garde pour toi.*

*À ma chère maman,*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être. Votre soutien indéfectible, votre amour et votre encouragement ont été les piliers de ma réussite. Que ce modeste travail soit l'accomplissement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices.*

*À mon grand frère,*

*À mes petits frères,*

*Merci d'avoir été à mes côtés, de m'avoir soutenu dans les moments difficiles, et de m'avoir aidé à persévérer jusqu'à ce que ce rêve devienne réalité. Avec toute ma gratitude et mon amour infini.*

*Mlle. KADDOURI Amina*



## SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

INTRODUCTION GENERALE .....	1
1.1 Phénomène d'allélopathie .....	3
1.1.1 Généralités sur l'allélopathie.....	3
1.1.2 Définition d'allélopathie.....	3
1.1.3 Les substances allélochimiques ou allélopathiques .....	5
1.1.4 Effets des stress environnementaux sur la synthèse des allélochimiques .....	7
1.1.5 Les allélochimiques dans les différents organes de la plante .....	8
1.1.6 Les actions des allélochimiques .....	9
1.1.7 Voies de libération des composés allélopathiques.....	10
1.1.8 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes.....	11
1.2 <i>Nerium oleander</i> .....	12
1.2.1 Généralités sur <i>Nerium oleander</i> .....	12
1.2.2 Nomenclature .....	12
1.2.3 Classification botanique de <i>Nerium oleander</i> .....	13
1.2.4 Description botanique de <i>Nerium oleander</i> .....	13
1.2.5 Aire géographique de <i>Nerium oleander</i> .....	14
1.2.6 Toxicité de <i>Nerium oleander</i> .....	14
1.2.7 Intérêts de <i>N. oleander</i> .....	15
1.3 <i>Peganum harmala</i> .....	15
1.3.1 Généralités sur <i>Peganum harmala</i> .....	15
1.3.2 Nomenclature .....	16

1.3.3 Classification botanique de <i>Peganum harmala</i> .....	16
1.3.4 Description botanique de <i>Peganum harmala</i> .....	17
1.3.5 Air géographique .....	18
1.3.6 Toxicité de <i>Peganum harmala</i> .....	18
1.3.7 Intérêt de <i>Peganum harmala</i> .....	18
1.4 Les Centaurées .....	18
1.4.1 Le genre <i>Centaurea</i> .....	18
1.4.2 Classification botanique de la centaurée.....	19
1.4.3 Description botanique du genre <i>Centaurea</i> .....	19
1.4.4 Nomenclature .....	20
1.5 Blé dur .....	20
1.5.1 Généralités sur blé dur ( <i>Triticum Durum</i> Desf.) .....	20
1.5.2 Classification botanique du blé dur.....	21
1.5.3 Caractère morphologique de blé dur .....	21
1.5.4 Cycle de développement du blé dur .....	23
2.1 Objectif.....	25
2.2 Matériels végétal .....	25
2.3 Méthodes et Mésures .....	26
2.3.1 séchage.....	26
2.3.2 Broyage.....	26
2.3.3 Préparation des extraits.....	27
2.3.4 Tests préliminaires de germination .....	30
2.3.5 Les tests de germination et post germination .....	30
2.3.6 Essais biologiques d'inhibition .....	31
2.3.7 Suivi de la germination.....	32
2.3.8 Mésures des longueurs des feuilles (LF) .....	34
2.3.9 Mésures des longueurs des parties racinaires (LR).....	34

2.3.10	Mésures des poids frais des feuilles (PFF) et des racines (PFR) .....	34
2.3.11	Mesures des poids sec des feuilles (PSF) et des racines (PSR) .....	35
2.3.12	Analyses statistique des données.....	35
3.1	Introduction .....	37
3.2	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée.....	37
3.2.1	Analyse statistique de l'Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée. ....	37
3.2.2	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée .....	38
3.2.3	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P.harmala</i> sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée .....	39
3.2.4	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée .....	40
3.2.5	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée .....	41
3.2.6	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée .....	42
3.2.7	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée .....	43
3.3	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P.harmala</i> sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée .....	44
3.3.1	Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée .....	44
3.3.2	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée .....	45
3.3.3	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée .....	46
3.4	Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur la longueur moyenne des racines (LR) du blé dur et de la centaurée .....	47

3.4.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur la longueur moyenne des racines (LR) du blé dur et de la centaurée .....	47
3.4.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée .....	48
3.4.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée .....	49
3.5 L'effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée .....	50
3.5.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée .....	50
3.5.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée.....	51
3.5.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée.....	52
3.6 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée .....	53
3.6.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée.....	53
3.6.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée .....	54
3.6.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée .....	55
3.7 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée .....	56
3.7.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée .....	56
3.7.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée.....	57
3.7.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée.....	58

3.8 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée .....	59
3.8.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée .....	59
3.8.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>N. oleander</i> sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée .....	60
3.8.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>P. harmala</i> sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée .....	61
DISCUSSION .....	63
CONCLUSION .....	68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	72
RESUME .....	72
<b>ملخص</b> .....	72
ABSTRACT .....	73
ANNEXE .....	79

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Interactions interspécifiques entre plantes.....	5
<b>Figure 2.</b> Moyens d'émission des composés allélopathiques et les facteurs qui influent sur leur libération.....	11
<b>Figure 3.</b> <i>Nerium oleander</i> .....	12
<b>Figure 4.</b> Les fleurs, feuilles et fruits de <i>Nerium oleander</i> .....	14
<b>Figure 5.</b> <i>Peganum harmala</i> .....	16
<b>Figure 6.</b> les fleurs, feuilles et graines de <i>Peganum harmala</i> .....	17
<b>Figure 7.</b> L'adventice <i>Centaurea</i> .....	20
<b>Figure 8.</b> L'appareil végétatif de blé dur.....	22
<b>Figure 9.</b> L'appareil reproducteur de blé dur.....	23
<b>Figure 10.</b> Cycle de développement du blé.....	24
<b>Figure 11.</b> Feuilles séchées de <i>N. oleander</i> et <i>P. harmala</i> .....	26
<b>Figure 12.</b> Broyats de <i>N. oleander</i> et de <i>P. harmala</i> .....	27
<b>Figure 13.</b> Agitation des extraits.....	28
<b>Figure 14.</b> Les extraits après l'agitation+.....	28
<b>Figure 15.</b> Filtration des surnageants des extraits aqueux et éthanoliques les deux espèces..	29
<b>Figure 16.</b> Extraits après dilution.....	30
<b>Figure 17.</b> Mise en germination des graines.....	32
<b>Figure 18.</b> Les boîtes pètrie dans un incubateur (LMS).....	32
<b>Figure 19.</b> Mesure de longueurs des feuilles ( LF) et longueurs des racines (LR) des graines germées.....	34
<b>Figure 20.</b> Mesure des poids frais et secs des feuilles et des racines des graines germées ....	35
<b>Figure 21.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>N. oleander</i> sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée.....	39
<b>Figure 22.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>P. harmala</i> sur le taux de germination (TG) du blé dur, et de la centaurée.....	40
<b>Figure 23.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>N. oleander</i> sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée.....	41
<b>Figure 24.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>P. harmala</i> sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée.....	42
<b>Figure 25.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliques de <i>N. oleander</i> sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée.....	43

<b>Figure 26.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée .....	44
<b>Figure 27.</b> Les effets de différents traitements (T0 à T4) avec des extraits aqueux (Aq) et éthanoliqes (EE) de <i>N. oleander</i> (No) sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).....	46
<b>Figure 28.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P.harmala</i> sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée .....	47
<b>Figure 29.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée. ....	49
<b>Figure 30.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée .....	50
<b>Figure 31.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée .....	52
<b>Figure 32.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée .....	53
<b>Figure 33.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée.....	55
<b>Figure 34.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée.....	56
<b>Figure 35.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée .....	58
<b>Figure 36.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée .....	59
<b>Figure 37.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>N. oleander</i> sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée.....	61
<b>Figure 38.</b> Effet des extraits aqueux et éthanoliqes de <i>P. harmala</i> sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée.....	62

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Effets secondaires de quelques molécules allélopathiques .....	7
<b>Tableau 2.</b> La systématique de <i>Nerium oleander</i> . .....	13
<b>Tableau 3.</b> Classification botanique de <i>Peganum harmala</i> . .....	16
<b>Tableau 4.</b> Classification <i>Centaurea sp.</i> .....	19
<b>Tableau 5.</b> Classification botanique de blé dur .....	21
<b>Tableau 6.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur le taux de germination (TG) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ .....	38
<b>Tableau 7.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur la longueur des feuilles (LF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ . .....	45
<b>Tableau 8.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur la longueur des racines (LR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ .....	48
<b>Tableau 9.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ .....	51
<b>Tableau 10.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ . .....	54
<b>Tableau 11.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ .....	57
<b>Tableau 12.</b> Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de <i>N. oleander</i> (No) et <i>P. harmala</i> (Ph) sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification $p < 0,05$ .....	60

## Liste des abréviations

- %I : pourcentage d'inhibition
- °C : Degré Celsius
- ANOVA : Analyse de variance à deux facteurs
- Aq : Aqueux
- C : Concentration
- Cent. : Centaurée
- EE : Ethanolique
- g : Gramme
- LF : Longueur des feuilles
- LR : Longueur des racines
- mm : Millimètre
- Ni : Maximum des graines germées
- No : *Nerium oleander*
- Nt : Nombre total de graines
- PFF : Pois frais des feuilles
- PFR : Pois frais des racines
- Ph : *Peganum harmala*
- PSF : Pois sec des feuilles
- PSR : Pois sec des racines
- Sp : Espèces
- T : Traitement
- TG : Taux final de graines germées
- TMG : Temps moyen de germination
- W : Wilaya



**INTRODUCTION**

**GENERALE**



## INTRODUCTION GENERALE

L'obtention des rendements élevés et la bonne qualité des récoltes sont les objectifs majeurs des producteurs. La réalisation de ces objectifs, nécessite de soulever toutes les contraintes existantes sur le terrain. Parmi les contraintes majeures des productions végétales, l'infestation des champs par les plantes adventices.

La lutte contre ce fléau est une stratégie à long terme qu'il faut prévoir. C'est l'une des mesures culturales les plus importantes en agriculture, car la présence d'adventices indésirables peut avoir un impact négatif sur les cultures.

Pour y faire face, on a souvent employé la production intégrée qui utilise généralement des herbicides. L'effet néfaste des résidus des herbicides sur l'environnement et l'apparition des mauvaises herbes résistantes ont élargi la demande pour des systèmes agricoles alternatifs, qui sont moins dépendants de ces principes actifs chimiques de synthèse (des pesticides), basés sur des composés naturels (**Singh et al, 2003**) ou encore avoir recours aux cultures biologiques (**Pretty, 2009**). Ces outils supplémentaires sont devenus indispensables.

Les plantes ont des capacités parfois surprenantes. Et parmi les pouvoirs de certaine, l'effet allélopathique qui est une alternative contre les herbicides. Selon **Duke et al. (2002)** ; **Ricklefs et Miller, (2005)**, les effets allélopathiques des plantes à l'égard des mauvaises herbes pourraient être très bénéfiques.

En effet, L'allélopathie a une importance majeure pour les chercheurs qui se penchent sur les systèmes agricoles. Par ailleurs, plusieurs études ont montré que de nombreuses espèces végétales synthétisent des molécules allélopathiques capables d'inhiber la germination et la croissance des plantes avoisinantes. Ainsi, l'allélopathie est, dans certaines situations, une méthode naturelle et efficace de lutte contre les mauvaises herbes, les microorganismes pathogènes ou encore les insectes ravageurs (**Farooq et al., 2011**).

**Lamarca (1999)** décrit l'allélopathie comme l'ensemble des phénomènes qui sont dus à la libération de substances organiques par divers organes végétaux vivants ou morts dont l'action peut être une inhibition ou une stimulation de la croissance des plantes avoisinantes ou celles en succession sur le même terrain.

**Rice (1984)** a défini ce phénomène comme étant un ensemble d'interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives d'une plante sur une autre par le biais de ses composés chimiques libérés dans l'environnement.

Ainsi Les plantes allélopathiques peuvent être utilisées pour contribuer de manière significative au développement durable et réduire les impacts néfastes sur l'environnement.

La présente contribution est d'étudier les effets allélopathiques de deux espèces *Nerium oleander* (Defla) et *Peganum harmala* (harmel)

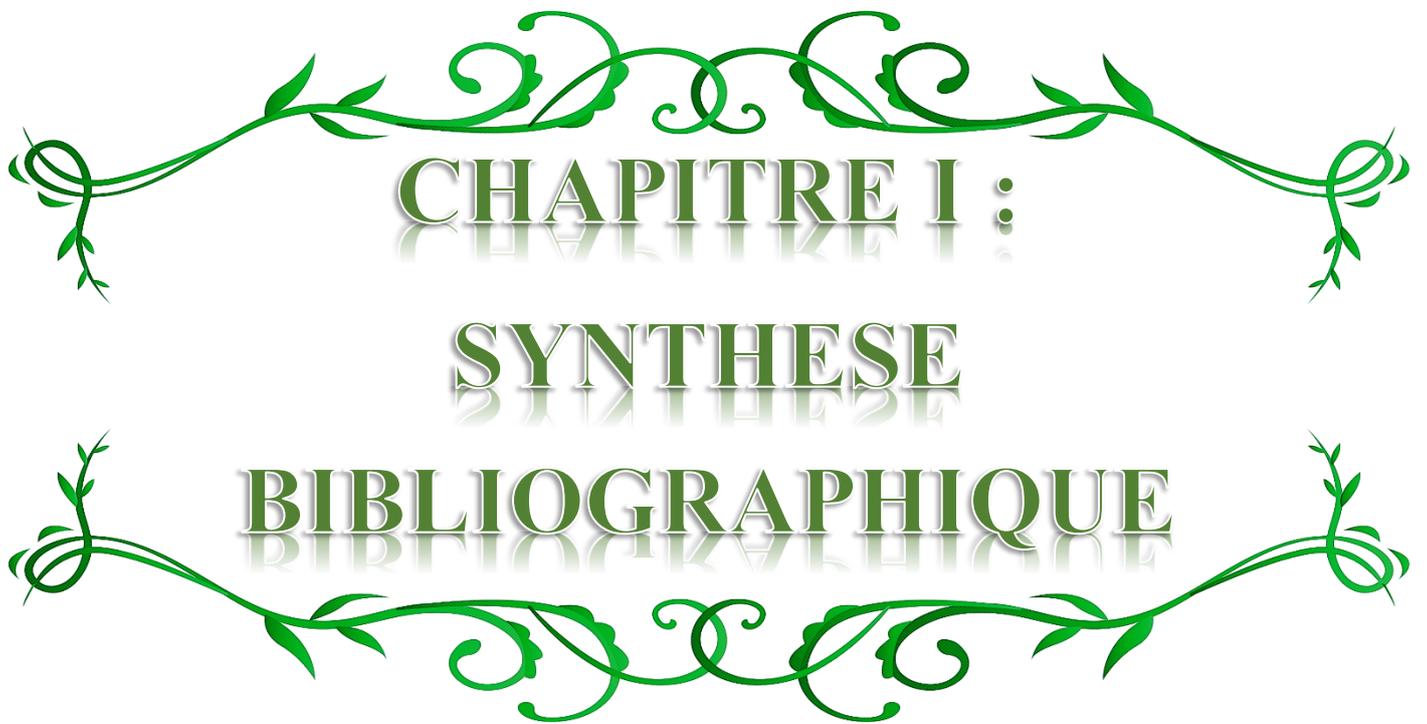
Ces espèces, *N. oleander* (Defla) et *P. harmala* (harmel) sont choisies pour tester leurs potentiels allélopathiques sur la germination des graines d'une céréale, le blé dur (*Triticum durum* Desf.) de première importance sur les plans économique et alimentaire en Algérie et la centaurée (*Centaurea sp*), une adventice très redoutable de nos céréales .

Le travail est organisé en trois parties

\* La première partie est consacrée à une revue de littérature sur l'allélopathie et les deux espèces testées ;

\* La deuxième partie porte sur l'obtention des extraits des deux espèces testées et de suivre leurs effets sur le blé dur et la centaurée. Afin d'estimer, dans une certaine mesure, les différences pouvant exister entre les effets allélopathiques des deux espèces et de mettre en évidence les variations possibles entre les plantes ;

\* La troisième partie, à travers les résultats obtenus, nous avons tenté d'établir d'éventuels liens entre ces différents aspects grâce aux analyses statistiques.

A decorative green vine border with leaves and scrolls, framing the text. The vine starts at the top left, goes up and over the text, then down and under the text, ending at the bottom right.

**CHAPITRE I :**  
**SYNTHESE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## 1.1 Phénomène d'allélopathie

### 1.1.1 Généralités sur l'allélopathie

Plusieurs espèces végétales ont la faculté d'interférer avec le développement des plantes avoisinantes par l'intermédiaire de molécules, qui sont généralement des métabolites secondaires (**Delabays et al., 1998**). Elles peuvent aussi libérer des substances organiques qui peuvent être toxiques (**Parry, 1982**).

Les allélochimiques désignent les composés chimiques produits par les plantes allélopathiques qui ont un impact sur d'autres plantes (**Rice, 1984**). Ces substances sont généralement considérées comme des métabolites secondaires (**Rice, 1984**). Fréquemment, leur mécanisme d'action dans la plante est méconnu (**Duke et al., 2006**). Toutefois, certains allélochimiques sont aussi connus pour leurs propriétés structurelles (ex, intermédiaires de lignification) ou pour leur rôle dans la protection des plantes contre les herbivores et les agents pathogènes (**Niemeyer, 1988 ; Corcuera, 1993**).

### 1.1.2 Définition d'allélopathie

L'allélopathie est un phénomène connu depuis plus de 2000 ans (**Rice, 1984**). **Molisch (1937)** a introduit le concept d'allélopathie pour la première fois en 1937. Ce mot provient du grec « allelo » les uns des autres et de « patheia » de souffrir.

L'allélopathie a été définie comme toutes interactions négatives ou positives entre plantes par le biais de composés chimiques qu'elles libèrent (**Molisch, 1937 ; Rice, 1984**). Et désigne selon **Heisey (1997)** l'impact néfaste de l'une sur l'autre, c'est-à-dire l'inhibition de la croissance d'une plante par une autre.

C'est un phénomène biologique par lequel une plante produit une ou plusieurs substances biochimiques qui influencent la germination, la croissance, la survie et la reproduction de plantes, ou d'autres organismes comme les nématodes (**Willis, 2007**).

**Rice (1984)** rapporte que terme d'allélopathie s'applique généralement à l'ensemble des effets de stimulation et d'inhibition d'une plante sur une autre.

**Lamarca (1999)** décrit l'allélopathie comme l'ensemble des phénomènes qui sont dus à la libération de substances organiques par divers organes végétaux vivants ou morts dont l'action peut être une inhibition ou une stimulation de la croissance des plantes avoisinantes ou celles en succession sur le même terrain.

Le terme est utilisé par certains biologistes dans un sens plus large, par les entomologistes dans les interactions entre plantes et insectes et par les microbiologistes dans les interactions entre plantes et microorganismes (**Mallik, 2003**).

Selon **Inderjit et al. (1999)**, le terme a été employé dans un sens plus large, de manière à ce que les substances libérées par les plantes aient également un impact sur d'autres éléments de l'environnement dont l'expression « interaction allélochimique » qui comprend :

- L'allélopathie
- Les conséquences des composés allélopathiques produits par les plantes sur les éléments abiotiques (inorganiques et organiques) et biotiques des sols.
- Le contrôle de la production et de la libération des substances allélopathiques par les éléments biologiques et abiotiques de l'écosystème.

Pour **Delaveau (2001)**, l'allélopathie est définie comme une maladie (de pathos : maladie), qui implique l'interaction entre les substances chimiques biosynthétisées par une plante et d'autres organismes. Selon **Macheix et al. (2005)**, l'allélopathie est la concurrence chimique qui peut se produire entre des plantes de diverses espèces au sein d'une communauté végétale (**Mani et Hannachi, 2015**) (figure 1).

Beaucoup d'auteurs dont **Singh et al., (2001)** ; **Brunel (2002)** ; **Lacroix, (2003)** ; **Hulot et al.(2004)** ; **Leconte (2004)** ; **Cordonnier (2004)** ; **Delabays, (2005)** ; **Kim (2005)**, définissent l'allélopathie comme l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers organes végétaux, vivants ou morts et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant au voisinage de ces espèces ou leur succédant sur le même terrain (**in Belaidi, 2014**).

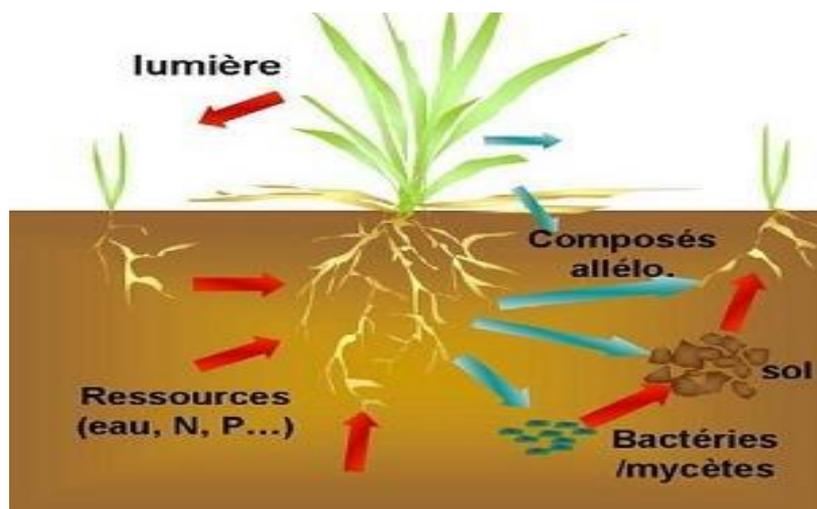


Figure 1. Interactions interspécifiques entre plantes (Viard-Cretat, 2008).

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

### 1.1.3 Les substances allélochimiques ou allélopathiques

#### 1.1.3.1 Généralités sur les allélochimiques

Vu **thi dao (2008)** écrit qu'il existe plus de 250000 espèces végétales. Ces dernières produisent un large éventail de substances chimiques de structures variées, qui sont toxiques (**Perry et al., 1987**).

D'après **Bounias (1999)**, le terme « substances allélochimiques » est parfois employé pour désigner également des alcaloïdes végétaux inhibiteurs de la croissance des parasites fongiques. Parmi elles, on distingue classiquement les métabolites primaires et les métabolites secondaires et souvent leur fonctionnement dans la plante est inconnu.

#### 1.1.3.2 Nature des composés allélochimiques

Ces molécules ne sont pas encore bien connues, sur 400 000 molécules présentes dans les végétaux, seulement 3% ont été étudiées.

Les composés allélochimiques sont pour la plupart des métabolites secondaires (**Rice, 1984; Elrefai et Moustafa, 2004**) ou des déchets du métabolisme (**Elrefai et Moustafa, 2004**), tels que les phénols, les terpénoïdes, les alcaloïdes, les stéroïdes, les polyacétylènes, les huiles essentielles, les acides organiques hydrosolubles et insolubles simples, les acides gras (**Rice,**

1984), les alcools de chaîne droite, les aldéhydes et cétones aliphatiques, les lactones insaturées simples, les naphthol quinones acétyléniques, les anthraquinones, les quinones complexes, les phénols, les flavonoïdes et les tannins simples (Elrefai et Moustafa, 2004).

Chez les Poacées et vue la grande diversité des molécules allélochimiques, les acides hydroxamiques et plus particulièrement ceux du type benzoxazinone constituent une grande famille chimique (Chiapusio, et al., 2002).

La plupart des composés allélopathiques sont des composés phénoliques (Inderjit et Duke, 2003). Blum (2004) souligne que les acides phénoliques doivent être présents sous forme active (libre et protomé) afin d'être considérés comme des composés allélopathiques. Selon Dobremez et al. (1995), ces composés ne participent pas au métabolisme de base de la plante émettrice et Il s'agit de, parmi d'autres, de :

**Gaz toxiques** : l'utilisation du cyanure ou de l'ammoniac empêche la germination et la croissance des plantes.

**Acides organiques** : la germination est inhibée à 1% par l'acide citrique ; les acides oxalique ou acétique, qui sont très présents, peuvent également l'inhiber.

**Composés aromatiques** : les composés naturels les plus phytotoxiques sont les acides phénoliques, les coumarines, les alcaloïdes (caféine et nicotine), les flavonoïdes, les tannins (peu efficaces) , la quinone, les terpénoïdes..

### 1.1.3.3 Effets des allélochimiques sur les plantes

L'exposition aux allélochimiques peut avoir un impact sur la germination, la croissance et le développement des plantes sensibles (Wink and Twardowski, 1992 ; Einhellig et al., 2004).

On observe le plus souvent des changements morphologiques aux premiers stades de développement tels que l'allongement de la tigelle et de la racine (coléoptile et coléorhize des poacées) (Weston et Duke, 2003). Kruse et al. (2000) ont observé ces changements après la levée lors du développement des pousses et des racines.

Il existe de nombreux métabolites secondaires qui peuvent contribuer à ces perturbations. L'un des exemples classiques est celui de l'inhibition du développement de diverses espèces herbacées ou ligneuses par le noyer (*Juglans nigra* L.). Willis (2007) rapporte

que les plantes des milieux désertiques ou semi-désertiques tel que *Encelia farinosa* L. produisent une toxine phénolique qui empêche la croissance des plantes annuelles et donc l'accès à l'eau. Certaines plantes ligneuses libèrent des substances phénoliques hydrosolubles qui, en interaction avec des terpènes, empêchent le développement de la couverture herbeuse jusqu'à une distance d'un ou deux mètres (Macheix et al., 2005).

Timbal (1994) souligne que l'effet résiduel des allélochimiques reste actif dans le sol même après disparition des plantes qui les produisent. Le tableau 1 résume quelques effets secondaires de quelques molécules allélopathiques.

**Tableau 1.** Effets secondaires de quelques molécules allélopathiques

Composés	Effets secondaires	Plante-cible	Références
Coumarines	Inhibition racinaire	Radis <i>Raphanus sativus</i>	Aliotta et al (1993)
Flavonoïdes	Ralentissement de la croissance	Luzerne <i>Medicago sativa</i>	Chaves et Escudero,(1997)
Acide p-hydroxybenzoïque	Inhibition racinaire	Orge <i>Hordeum sp</i>	Christen et Lovett ,(1993)
Monoterpènes	Inhibition de la germination	Thym <i>Thymus vulgaris</i>	Tarayre et al (1995)
Isoflavones	Inhibition de la germination	Ail <i>Allium cepa</i>	Macias et al (1999)

(Regnault Roger et al. ,2008)

#### 1.1.4 Effets des stressés environnementaux sur la synthèse des allélochimiques

La production des composés allélochimiques dépend de l'espèce végétale, du stade de développement, des conditions climatiques et des propriétés du sol (Rice, 1984). Les conditions de stress favorisent la production des composés allélochimiques phytotoxiques, avec un rôle des micro-organismes (Eveno et Chabanne, 2001).

Les substances allélopathiques sont affectées par les éléments physiques, chimiques et biologiques de l'environnement (Inderjit et Duke, 2003). Selon Macheix et al. (2005), ces composés favorisent les interactions entre les plantes et leur environnement, en agissant comme des signaux pour certains microorganismes ou en aidant la plante à résister à différentes agressions d'origine diverses.

D'après Raven et al. (2003), certaines plantes ont la capacité de se défendre, en produisant des substances antimicrobiennes (allélochimiques) en réponse à une blessure ou une attaque par des bactéries ou champignons. On considère souvent ces allélochimiques comme

un moyen de protection de la plante productrice contre différents organismes tels que les pathogènes et les ravageurs (**Benmeddour, 2009**).

D'autres études ont montré que le stress environnemental, tel que l'exposition à des rayons UV-B, peut stimuler la production de composés phénoliques et terpénoïdes, ce qui permet à diverses espèces de plantes entre autres le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), la tomate (*Lycopersicon esculentum*), le maïs (*Zea mays* L.), le seigle (*Secale cereale* L.), l'orge (*Hordeum vulgare* L.) et le riz (*Oryza sativa* L.), de mieux résister (**Kim et al., 2000 ; Ballaré et al., 1995 ; Liu et al., 1995**).

**Caasi-Lit et al. (1997)** ont trouvé que des cultivars de riz tolérants aux radiations UV ont accumulé plus de phénols que les cultivars sensibles. **Tongma et al. (2001)** ont montré que le stress hydrique est à l'origine de l'augmentation de composés allélochimiques chez des plantes de tournesol du Mexique par rapport à des plantes non stressées.

### 1.1.5 Les allélochimiques dans les différents organes de la plante

**Ferguson et al. (2003)** ont souligné que les allélochimiques diffèrent selon les différents organes de la plante (fleurs, feuilles, épines, racines, tiges) et en fonction des saisons.

Les allélochimiques sont généralement sécrétées par les racines et ils sont également présents en quantités variables dans les tiges, les feuilles et les fruits (**Bubel, 1988**).

En tant que métabolites secondaires, les allélochimiques ne sont pas répartis dans tous les organes de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement, durant le développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule (**Raven et al., 2003**). Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre. Au niveau cellulaire, les composés allélopathiques sont stockés essentiellement dans les vacuoles. En outre leur concentration dans la plante varie souvent dans des grandes proportions au cours d'une période de 24 heures (**Raven et al., 2003**).

Les allélochimiques ont la capacité de se maintenir dans le sol, ce qui peut avoir un impact sur plusieurs types de végétaux et les plantes voisines (**Gimsing et Boraggad, 2004**). La plupart de ces composés ont une action inhibitrice sur la germination des graines et sur la croissance des germes ; leurs effets peuvent être synergiques (**Thighiourt, 2015**).

### 1.1.6 Les actions des allélochimiques

Les allélochimiques ont des actions directes et indirectes sur les plantes (**Blum, 2002**). Des effets importants sur la plante cible ont été identifiés aux niveaux cellulaires et moléculaires.

**Rice (1984)** et **Einhellig et al. (2004)** rapportent que les modifications primaires ne sont que les effets secondaires des substances allélopathiques sur la germination ou la croissance des plantes-cibles.

Au niveau cellulaire, les allélochimiques affectent la perméabilité membranaire (**Galindo et al., 1999 ; Ferguson et al. 2003**), modifient l'activité des chloroplastes, la concentration en chlorophylle (**Rizvi et al., 1992**), la respiration (**Batish et al., 2001**); la synthèse des protéines (**Bertin et al., 2007**) et limitent l'activité enzymatique (**Muscolo et al., 2001**).

Peuvent causer aussi un dysfonctionnement des ribosomes, réduisant ainsi l'efficacité de la fonction cellulaire (**Wink et Twardowski, 1992; Einhellig et al., 2004**). Ces modifications ont des conséquences sur le fonctionnement des organes de la plante.

**Ferguson et al. (2003)**, mentionnent que ces substances allélopathiques ont un effet sur la division cellulaire où la coumarine empêche la formation de mitoses dans les racines d'oignon. Ces substances semblent réprimer la mitose dans les racines des plantes (**Mohamadi et Rajaie, 2009; Celik et Aslanturk, 2010; Gulzar et al., 2016; Mushtaq et al., 2019**).

Chez le tournesol, les composés phénoliques jouent un rôle dans la régulation des hormones de croissance photosynthèse.

Au niveau des racines, les allélochimiques affectent l'absorption des nutriments (**Baar, Ozinga, Sweers et Kuyper, 1994**), la conductivité de l'eau (**Fisher, 1979**), la nodulation et le développement des racines (**Harper et Balke, 1981 ; Jobidon et Thibault, 1982 ; Callaway 1990 ; Rizvi et al., 1992 ; Muller, 1986 ; Mallik et Zhu, 1995**). Et peuvent être la cause de perturbations importantes dans la régénération de forêt.

Au niveau des tiges, **Einhellig et al., (1985)** rapportent que le transport de l'eau et des assimilés peut-être sévèrement limité par ces substances.

L'efficacité photosynthétique et le potentiel hydrique dans les feuilles sont fréquemment modifiés en présence d'allélochimiques (**Rizvi et al., 1992**).

### 1.1.7 Voies de libération des composés allélopathiques

Les différents organes végétaux renferment des quantités variables de substances allélopathiques qui sont émises dans l'environnement par différentes voies (**Rice, 1984 ; Aldrich et Kremer, 1997**) (figure 2) :

#### 1.1.7.1 Volatilisation

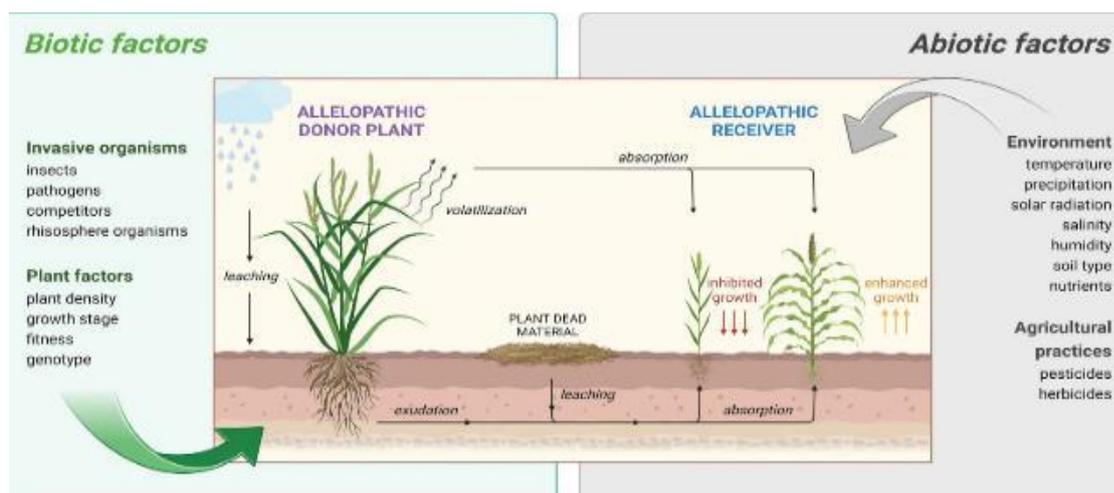
Les substances toxiques volatiles libérées par les plantes revêtent une grande importance écologique dans les environnements arides ou semi-arides (**Kassam et al., 2019**). Selon **Bertin et al. (2003)**, les substances émises par cette voie sont principalement des mono- terpènes simples.

#### 1.1.7.2 Exsudations racinaires

Selon **Bertin et al. (2003)**, **Mehdizadehet Mushtaq (2019)** l'exsudation racinaire est particulièrement intéressante pour les phénomènes allélopathiques. Elle représente une voie directe de libération des toxines dans la rhizosphère, ce qui peut influencer potentiellement la composition de la flore microbienne.

#### 1.1.7.3 Lessivage

La pluie et la neige provoquent le lessivage de tissus végétaux, principalement des feuilles, ce qui entraîne la dissolution et le transport de composés solubles vers le sol ou d'autres plantes (**Rice, 1984**). Selon **Tukey (1970)**, la plupart des substances allélopathiques peuvent être dissoutes, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (**Boudiaf et Bentayeb, 2017**).



**Figure 2.** Moyens d'émission des composés allélopathiques et les facteurs qui influent sur leur libération (Belz 2007).

### 1.1.8 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes

La propagation des mauvaises herbes résistantes et l'impact néfaste des herbicides et leurs résidus sur l'environnement ont entraîné une augmentation de la demande pour les cultures biologiques (Pretty, 2009). Selon Singh et al. (2003), le recours à des méthodes agricoles alternatives moins dépendantes des pesticides ou qui utilisent des composés naturels, est plus qu'indispensable.

Selon Benmeddour (2010), les phénomènes d'allélopathie peuvent avoir un impact sur la régulation de la croissance des mauvaises herbes dans diverses cultures. Cela peut être accompli grâce à des plantes de grande culture comme le blé, le riz et certaines légumineuses, ainsi qu'à d'autres espèces où des acides phénoliques et des flavonoïdes ou leurs produits d'oxydation peuvent être présents. Ces caractéristiques peuvent avoir des utilisations dans le domaine agronomique et écologique en favorisant ou en inhibant sélectivement la germination et la croissance des plantes intéressantes pour l'homme.

L'allélopathie présente une grande importance pour les chercheurs qui s'intéressent aux systèmes agricoles. D'après Ricklefs et Miller (2005) ; Duke et al. (2002), les effets allélopathiques des plantes de culture sur les mauvaises herbes pourraient être extrêmement avantageux. Kong et al. (2008) rapportent que l'allélopathie du riz est un mécanisme naturel de défense contre les adventices du riz, en dépendant de divers facteurs tels que la dynamique des allélochimiques et l'activité microbienne spécifique présente dans le sol.

Plusieurs variables doivent être prises en considération lors de l'utilisation de l'allélopathie pour la lutte contre les mauvaises herbes, comme l'espèce, les conditions climatiques, le type de pratiques agricoles et les aspects économiques (Scavo et Mauromicale, 2021). Le phénomène de l'allélopathie peut créer un nouveau front dans la lutte intégrée contre les mauvaises herbes en les incluant dans des séquences de rotation ou de culture intercalaire près d'une culture commerciale, en faisant de la culture de couverture comme paillis vivants ou morts et en incorporant des résidus de culture dans le sol (Scavo et Mauromicale, 2021).

## 1.2 *Nerium oleander*

### 1.2.1 Généralités sur *Nerium oleander*

*Nerium oleander* ou laurier-rose est un arbuste de la famille des Apocynaceae. *Nerium* ou *nerion* en grec qui signifie "humide" et indique sa tendance à l'humidité ou les zones humides (Paris et al., 1971). Le nom spécifique *oleander* ou "oleandro" en Italien qui vient du latin "olea" qui signifie l'olivier à cause de leurs feuilles qui sont similaires (Langford, 1996) (figure3).



Figure 3. *Nerium oleander* (Photo originale, 2024)

### 1.2.2 Nomenclature

Plusieurs noms sont attribués à *Nerium oleander*, les principales appellations sont :  
Nom botanique (Nom latin) : *Nerium oleander* L., *Nerium rhododandrum* Dod., *Nerium grandiflorum* Desf. (Mahmoudi, 2013).

Nom vernaculaire : Defla, Elel, Alili, et Asa Musa en Maroc (**Lelong, 2008 ; Delille, 2007 ; Lorgue et al., 1987; Bonnier, 2001**)

Nom anglais : Rose-bay, common pink oleander (**Bealev et Poppenga, 1999**).

### 1.2.3 Classification botanique de *Nerium oleander*

*Nerium oleander* est la seule espèce dans le genre *Nerium* (**Al- Obaidi, 2014**), sa systématique est présentée dans tableau 2.

**Tableau 2.** La systématique de *Nerium oleander*.

Règne	Plantae
<b>Embranchement</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Gentianales
<b>Famille</b>	Apocynaceae
<b>Genre</b>	<i>Nerium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Nerium oleander</i> ( <b>L., 1753</b> )

**Simpson (2006)**

### 1.2.4 Description botanique de *Nerium oleander*

*Nerium oleander* est un arbuste très lisse aux tiges élevées, mesurant entre 2 et 5 mètres de haut, arborant un feuillage persistant, allongé et coriace (**Lelong, 2008**). Ses fleurs, légèrement parfumées, s'épanouissent en bouquets à l'extrémité des branches et fleurissent du printemps à la fin de l'été.

Les feuilles, ovales, très allongées, sans poils, persistent pendant l'hiver et sont caractérisées par les quarante à soixante-dix paires de nervures secondaires, fines, sées et parallèles. Le limbe est entier, vert mat sur le dessus, pâle et ponctué en dessous, avec un pétiole extrêmement court (**Billal, 2018**) (figure 4).

Selon **Delille (2007)**, les corymbes terminaux présentent une corolle infundibuliforme avec une gorge rose, s'étendant en cinq lobes étalés et ornés d'un appendice à trois ou quatre dents courtes. Elles s'épanouissent de juin à septembre et sont de couleur rose ou blanche, disposées en corymbe (figure 4).

Le fruit est capsulaire et long, à peu près cylindrique, avec de nombreuses graines velues à aigrette. Il n'a pas d'odeur et sa saveur est très amère (**Delille, 2007**) (figure 4).



**Figure 4.** Les fleurs, feuilles et fruits de *Nerium oleander* (Photos originale, 2024).

### 1.2.5 Aire géographique de *Nerium oleander*

*N. oleander* est relativement répandu en Afrique du Nord dans la steppe. Elle est relativement répandue en Algérie (**Mahmoudi, 1971**), dans de nombreuses régions de l'Asie, notamment sur les alluvions et les terrains rocailloux. *N. oleander* se longe le long des rivières dans le Sahara du Nord et se trouve dans les montagnes du Tassili et du Hoggar (**Chopra et al., 1971 in Anonyme, 2009**). Cette espèce est également présente au Sahara et en Afrique tropicale, et est également répandu en Afrique du Nord dans les lits d'oueds. Actuellement, le *N. oléandre* est présent dans de nombreuses régions du monde où le climat est méditerranéen ou subtropical (Californie, Australie...) (**Banon et al., 2006**).

En raison de sa résistance à la sécheresse et aux fluctuations de température, cette espèce pousse aussi dans les régions basses des Alpes. Et est souvent cultivée en tant qu'accessoire (**Delille, 2007**).

### 1.2.6 Toxicité de *Nerium oleander*

Historiquement, *Nerium oleander* a été considérée comme toxique car certains de ses composés peuvent être toxiques, notamment pour les animaux, lorsqu'ils sont consommés en grande quantité (**Nelson et al., 2007**). Oléandrine et oleandrigénin, également appelés glycosides cardiaques, sont des composés qui ont un indice thérapeutique limité et peuvent être toxiques lors de leur ingestion (**Bamola et al., 2018**). L'intoxication mensongère peut être

provoquée par l'ingestion d'une seule feuille verte ou séchée, ce qui peut entraîner la mort d'un adulte (**Langford et boor, 1996**).

Les premiers symptômes de l'intoxication comprennent l'inconscience, l'irritation des muqueuses, les nausées, les vomissements, les douleurs abdominales, la diarrhée, la polypnée, des troubles cardiaques graves et une brûlure de la peau parfois observée chez les individus sensibles (**Khouloud et al., 2017**).

### 1.2.7 Intérêts de *N. oleander*

Malgré les effets néfastes du laurier rose, le laurier rose est également utilisé comme remède, en particulier dans la médecine populaire .

Le laurier rose est utilisé pour stimuler l'activité des reins, dans les troubles cardiaques sous forme d'infusion de fleur ou de feuille. On le recommande également en tant qu'antiparasitaire de la peau, pour la cicatrisation des plaies et en tant qu'anti-inflammatoire (**Cheref, 1979**).

Son bois offre un charbon estimé pour la fabrication de la poudre de chasse, et les abeilles se rendent sur les fleurs lorsque les tubes des corolles ont été percés par les bourdons sauvages (**Gaston, 1990**).

Il y a plusieurs espèces horticoles à fleurs blanches, d'un rouge foncé chair, d'un rose éclatant, d'un jaune rougeâtre

## 1.3 *Peganum harmala*

### 1.3.1 Généralités sur *Peganum harmala*

*P. harmala* appartient à la famille des Zygophyllaceae (**Hilal et Young Ken, 1983**). Et comprend plus de 240 espèces (**Lavergne, 2013**).

Le nom du genre *Peganum* provient du grec et est donné aux espèces de la rue, tandis que le nom de l'espèce *harmala* est inspiré de celui de la ville Libanaise Hermel (**Quattrocchi, 2000**). Ces espèces peuvent être annuelles, bisannuelles ou vivaces (**Tahri et al., 2004**) (figure5).



**Figure 5.** *Peganum harmala* (Photo originale, 2024)

### 1.3.2 Nomenclature

Nom botanique (Nom latin) : *Peganum harmala* L. (Ozenda., 1991).

Nom commun : Harmel, Rue de Syrie, Rue sauvage, Rue verte, Pegane (Dahel et Messaoudi, 2019).

Nom vernaculaire : Harmel; Armel; l'harmel (en Afrique du Nord) (Mahmoudian et al., 2002), Pégane et Rue sauvage (en France) (Asgarpanah et Ramezanloo, 2012), African Rue, Mexican Rue ou Turkish Rue (Etats-Unis) (Mahmoudian et al., 2002).

### 1.3.3 Classification botanique de *Peganum harmala*

La classification taxonomique de *P. harmala* (Ozenda., 1991) est portée au tableau 3

**Tableau 3.** Classification botanique de *Peganum harmala*.

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Sapindales
Famille	Zygophyllaceae
Genre	<i>Peganum</i>
Espèce	<i>Peganum harmala</i> L.

Ozenda (1991)

### 1.3.4 Description botanique de *Peganum harmala*

*P. harmala* est une plante herbacée, glabre, de 30 à 60 cm de haut, très ramifiée, avec une tige aillée en haut et des feuilles alternes (Khrzhanovsky, 1997) (figure 5). Présente des fleurs isolées aux aisselles des feuilles, mesurant entre 1 et 2 cm, d'un vert blanchâtre (Bayer et al., 2009) et des capsules de graines rondes portant plus de 50 graines (Moloudizargari et al., 2013). Sa puissante odeur, désagréable (Ghaouas, 2014).

Sa racine est solide, couverte de fibres, oblongue et peut atteindre une profondeur de plus de 3 mètres (Quézel et Santa, 1963). Les racines latérales peuvent être utilisées pour former de nouvelles pousses (Roché, 1991; Parsons et Cuthbertson, 1992).

Sa tige est haute, fortement ramifiée, qui disparaît pendant l'hiver (Chopra et al., 1960). Présente des entre noeuds assez courts et densément feuillés (Bouziane, 2012). La tige est rigide, droite, ramifiée et glabre chez les plantes adultes (Watson et al., 2011).

Ses feuilles sont alternes, charnues d'un vert vif, de 2 à 5 cm de long (Parsons et Cuthbertson, 1992; Roche, 1991) (Figure 6). Selon Bouziane (2012), les feuilles supérieures n'ont pas plus de 1,5 mm de largeur.

Ses graines sont d'un brun foncé, petits, anguleux, subtriangulaires et mesurent de 3 à 4 mm de diamètre x 2 mm de largeur. Leur saveur est amère et le tégument externe est réticulé (Chopra et ingénieurs, 1960).



**Figure 6.** les fleurs, feuilles et graines de *Peganum harmala* (Photos originale, 2024).

### 1.3.5 Air géographique

*P. harmala* est répandue dans la région méditerranéenne, principalement dans les régions sèches en Europe telles que l'Espagne, la Russie et la Hongrie, en Afrique (Maroc oriental, Sahara septentrional et hauts plateaux algériens, Tunisie, steppes de la Lybie, déserts d'Égypte), et en Asie, elle se trouve dans les steppes de l'Iran, du Pakistan, du Turkestan jusqu'au Tibet et en Sibérie (Bézanger-Beauquesne et al., 1980).

### 1.3.6 Toxicité de *Peganum harmala*

Selon Hammiche et al. (2013), la plante entière est toxique, et les alcaloïdes de *Pharmala* présentent des propriétés toxiques. Cependant, le taux d'alcaloïdes varie d'une partie à l'autre, étant beaucoup plus élevé dans la graine (3 à 4 %) que dans les feuilles (0,52 %) ou dans la tige (0,36 %). Pendant la période de maturation du fruit, la quantité d'alcalins augmente (Habbachi et al., 2013 ; Berrezouget et al., 2014).

L'harmane, l'harmine, l'harmalol et l'harmaline sont des B carbolines présentes dans le *Pharmala L.* La plus dangereuse est celle qui atteint les deux tiers des alcaloïdes de la plante (Benzara et al., 2011).

### 1.3.7 Intérêt de *Peganum harmala*

Le *Pegum harmala* présente une action antivirale (Rashan et Adaay, 1989), a une action abortive chez les rats (Shapira et al., 1989; Nath et al., 1993; Adaay, 1994) et est toxique même pour l'homme (Ben Salah et al., 1986). aussi peuvent être utilisés comme insecticides, *Peganum harmala L.* s'est avéré extrêmement efficace. Des tests d'alimentation du criquet pèlerin sur la plante fraîche ont été effectués pour évaluer son potentiel acridicide ( Idriss et Hermas, 2008).

## 1.4 Les Centaurées

### 1.4.1 Le genre *Centaurea*

Les plantes du genre *Centaurea* appartiennent à la famille des Astéracées qui se rencontre en Algérie et dans le sud de l'Europe, le bassin méditerranéen, l'ouest de l'Asie et sur le continent américain (Quezel et al. 1963, Trease et al. 1983).

Le genre *Centaurea* est riche en métabolites secondaires, tels que les lactones sesquiterpéniques (Fortuna et al., 2001), les flavonoïdes (Flamini, 2000), les composés acétyléniques (Bohlman et al., 1973), les alcaloïdes et les stéroïdes (Ahmed et al., 1970).

### 1.4.2 Classification botanique de la centaurée

**Tableau 4.** Classification *Centaurea sp.*

Embranchement	Angiospermes
Classe	Dictyotyledones
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	Centaurea

(Tela Botanica, 2011).

### 1.4.3 Description botanique du genre *Centaurea*

Les centaurées sont des plantes herbacées annuelles ou vivaces, à feuilles alternes. La délimitation du genre *Centaurea* varie considérablement selon les auteurs, notamment **Quezel et Santa (1963)**.

Appartiennent aux asteracees dont les fleurs, ou fleurons, sont disposées en capitule soit homomorphes, dimorphes ou polymorphe, Entourées d'un involucre ovoïde ou globuleux à bractées imbriquées sur plusieurs rangs. Les fleurs sont toutes tubulées, multiflores en cinq lobes. Leur couleur varie le plus souvent entre le rose, le pourpre et le violet, mais il existe aussi quelques espèces à fleurs jaunes (**Quezel et Santa, 1963**). Les fruits sont des akènes longs ou ovoïdes, lisses, à hile latéral, profond, barbu ou non, portant une aigrette assez courte, simple ou double, persistante ou caduque (**Quezel et Santa, 1963**) (figure 7).



**Figure 7.** L'adventice centaurea

( [https://species.wikimedia.org/wiki/Centaurea#/media/File:Flower\\_April\\_2010-3.jpg](https://species.wikimedia.org/wiki/Centaurea#/media/File:Flower_April_2010-3.jpg)).

#### 1.4.4 Nomenclature

Selon **Léger (2007)**, les différentes appellations de la centaurée sont :

Arabe : kantaryoun

Français : centaurée

Anglais : knapweed.

### 1.5 Blé dur

#### 1.5.1 Généralités sur blé dur (*Triticum Durum* Desf.)

Le blé dur c'est l'une des céréales destinée à l'alimentation humaine (**Bebba Salima, 2010**).

C'est la céréale de base de l'Afrique du Nord et du proche et moyen orient (**Oussinault, 1993**). Selon **Mac Key (2005)**, le blé fait partie de la famille des Poaceae, qui englobe plus de 10000 espèces différentes. Le genre *Triticum* regroupe diverses espèces de ploïdie, ce qui en fait un exemple classique d'allopolyploïdie. Les génomes homéologues de ces espèces sont

issus de l'hybridation entre des espèces de la même famille (**Levy et Feldman, 2002**). Le Blé dur (*T. durum* Desf.) est une espèce allo tétraploïde ( $2n = 28$ , AABB) qui a été obtenu par hybridation entre *Triticum Urartu* (génomme AA) et une espèce voisine, *Aegilops speltoides* (génomme BB) (**Huang et al., 2002**).

Aujourd'hui les céréales constituent une part importante des ressources alimentaires et des échanges économiques. La facilité de la culture permet d'atteindre une sécurité alimentaire qui est renforcée par les possibilités de stockage (**Feillet, 2000**).

### 1.5.2 Classification botanique du blé dur

Le blé dur est une plante herbacée qui fait partie du groupe des céréales à paille, qui se distingue par des caractéristiques morphologiques spécifiques, Le blé dur est une plante monocotylédone qui est classée comme suit (**Prats, 1960 ; Crête, 1965 ; Bonjean et Picard, 1990 ; Feillet, 2000**) (tableau 5).

**Tableau 5.** Classification botanique de blé dur

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Tribu	Triticeae
Genre	Triticum
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf/ <i>Triticum turgidum</i> sp <i>durum</i>

(**Prats, 1960 ; Crête, 1965 ; Bonjean et Picard, 1990 ; Feillet, 2000**)

### 1.5.3 Caractère morphologique de blé dur

#### 1.5.3.1 Appareil végétatif

##### a. Tiges

Appelée chaumes, sont de forme cylindrique, Selon **Soltner (1990)**, les chaumes sont interrompus par des nœuds, qui sont une série de zones d'où émerge une longue feuille. (Figure 8).

## b. Racines

Le blé présente les racines primaires ou séminales qui se forment à partir de la semence lors de la germination, et un système racinaire fasciculé assez développé, appelé racines adventives ou coronaires, qui sont générées par le développement de nouvelles parties (figure 8). Selon **Soltner (1990)** leur taille peut aller jusqu'à 1 m50.

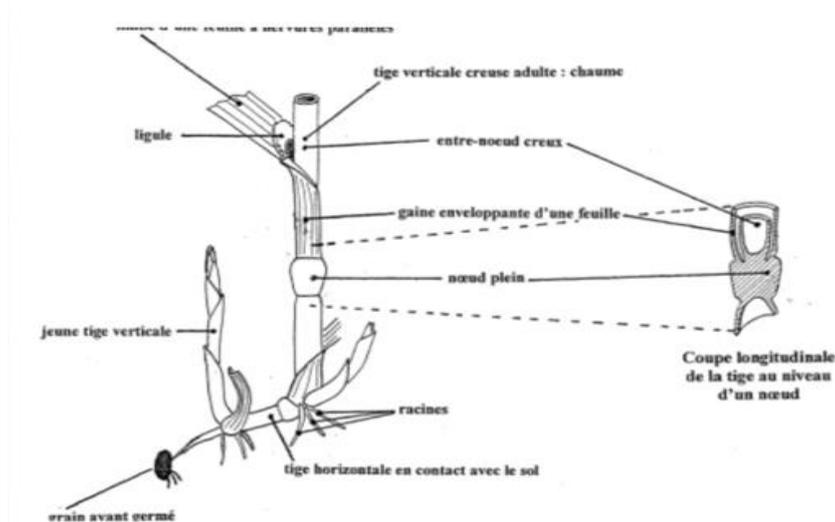


Figure 8. L'appareil végétatif de blé dur (**Jouve et Daoudi, 2001**).

### 1.5.3.2 Appareil reproducteur

Les fleurs se rassemblent en inflorescence, qui correspond à l'épi. L'épillet est composé d'une grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et contenu dans deux bractées appelées les glumes (**Gate, 1995**) (Figure 9).

### 1.5.3.3 Grain

Le grain de blé, appelé caryopse, présente une forme ovoïde, avec une longueur plus élevée pour le blé dur et une forme arrondie pour le blé tendre (**Boulal et al., 2007**).

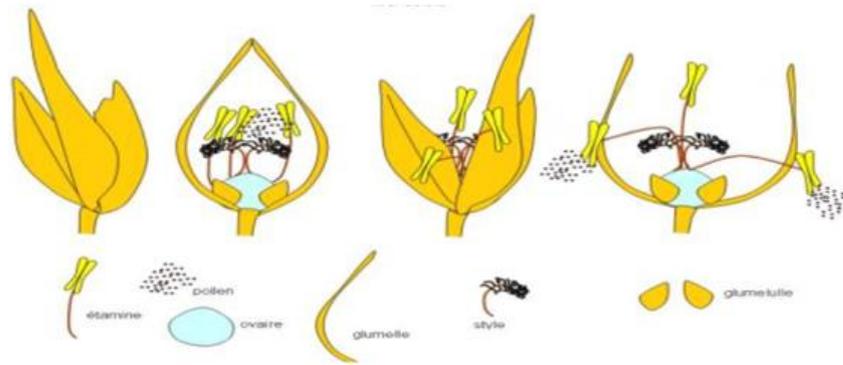


Figure 9. L'appareil reproducteur de blé dur (Gate, 1955).

#### 1.5.4 Cycle de développement du blé dur

##### 1.5.4.1 La germination et levée

Pendant le processus de germination, la coléorhize se développe en une masse blanche et brise le tégument de la graine au niveau du germe (Laala, 2009). Cela marque le début de l'apparition des racines primaires, couvertes de poils absorbants (Figure 10). Parallèlement, le coléoptile s'allonge vers la surface, où il laisse pénétrer la première feuille, c'est-à-dire la levée. La feuille suivante est la deuxième et la troisième.

##### 1.5.4.2 Le tallage

Le stade épi-1cm correspond à la progression du premier entre-nœud. La montée est l'une des étapes essentielles du développement du blé. Le nombre d'épis montants par unité de surface est influencé par les stresses hydriques ou thermiques pendant cette phase (Fisher et al., 1998).

##### 1.5.4.3 La montaison-gonflement

Elle se caractérise par l'élévation de l'épi en raison de l'allongement des entre-nœuds qui forment le chaume. Les talles montantes s'affrontent pour les facteurs environnementaux avec les talles herbacées, ce qui les empêche de monter en épis successivement. Elles se régressent et disparaissent (Masle, 1982).

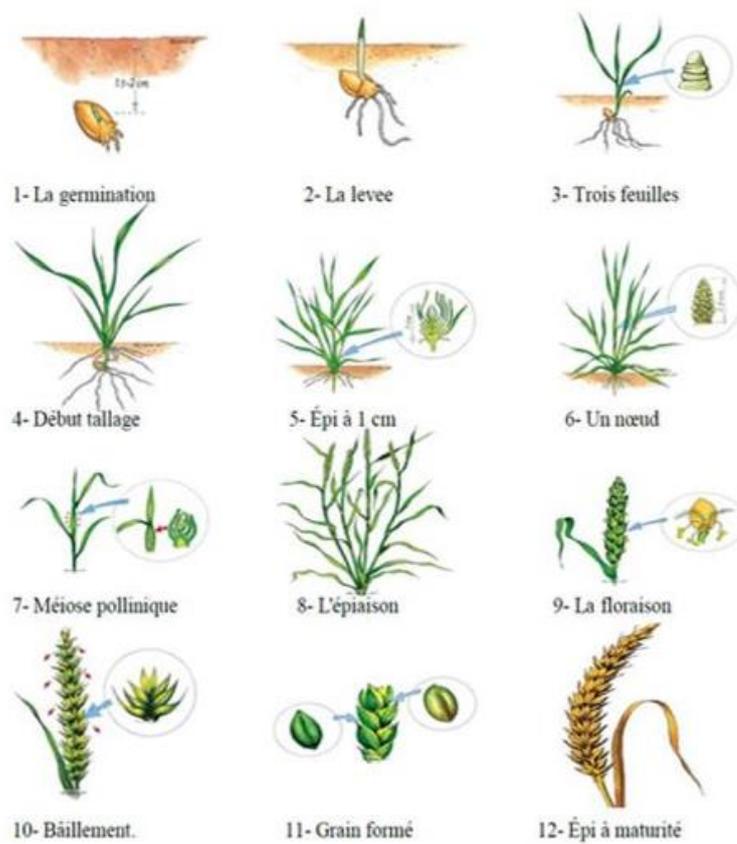


Figure 10. Cycle de développement du blé (Douib, 2013).



CHAPITRE II :

MATERIELS ET METHODES

The image features a decorative border made of green, stylized vines with leaves and scrolls, framing the central text. The text is centered and consists of two lines: "CHAPITRE II :" and "MATERIELS ET METHODES". Both lines of text are rendered in a bold, serif font with a slight 3D effect and a reflection below each line.

## 2.1 Objectif

L'objectif de la présente étude est de tester l'effet allélopathique des extraits aqueux et éthanolique des feuilles de laurier rose (*Nerium oleander* L.) et de Harmal (*Peganum harmala* L.) sur les phases germinatives et post-germinatives du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de la centaurée (*Centaurea sp.*).

## 2.2 Matériels végétal

Les échantillons de feuilles de laurier rose (nommé localement Defla) et de la rue sauvage (nommé localement Harmal) ont été récoltés le mois de mai 2023 dans la région de Sidi M'hamed (Wilaya de M'sila, 34° 53' 54'' N ; 4° 12' 48'' E) et de Mouileh (Wilaya de Djelfa, 34° 45' 29'' N ; 3° 29' 04'' E) respectivement. Le laurier rose est une plante à feuilles persistantes, vertes toute l'année (**Warrier et al., 1996**). Au moment de l'échantillonnage, le Harmal, a atteint le stade début floraison, caractérisé par un feuillage très dense et des fleurs blanches-jaunâtres au sommet. Les feuilles ont été coupées à une hauteur de 10 à 15 cm du sol à l'aide de ciseaux, puis conservées dans des sacs tissés en polypropylène pendant toute la période de séchage.

Les espèces dont les paramètres de germination et de croissance ont été étudiés sont : le blé dur (*Triticum durum* L.), une céréale, monocotylédone et la centaurée (*Centaurea sp.*) une adventice dicotylédone, localement appelée « Neggar », l'espèce précise n'a pas pu être identifiée. Cette plante ressemble beaucoup aux espèces *Centaurea aspera* et *Centaurea calcitrapa*, mais selon le professeur Guit, de l'université de Djelfa, il s'agit vraisemblablement de *Centaurea trabutii* M., un hybride signalé en Algérie par **Quézel et Santa (1963)**, résultant du croisement de *Centaurea calcitrapa* L. et *Centaurea sphaerocephala* L. En raison de cette incertitude, nous avons utilisé une nomenclature spécifique, en désignant la plante par le nom du genre suivi de "sp." (Pour "species" en anglais). Dans ce travail, la plante sera désignée par le nom *Centaurea sp.*

Les graines de ces deux espèces ont été fournies par la coopérative des céréales et légumes secs (CCLS) de Blida.

## 2.3 Méthodes et Mesures

Le travail est réalisé au niveau du laboratoire du département des sciences biologiques de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Djelfa.

### 2.3.1 Le séchage

Les échantillons de *N. oleander* L. et *P. harmala* ont été séchés à l'ombre dans un endroit bien aéré pendant 20 jours, puis stockés dans des sacs tissés en polypropylène jusqu'à utilisation (figure11).



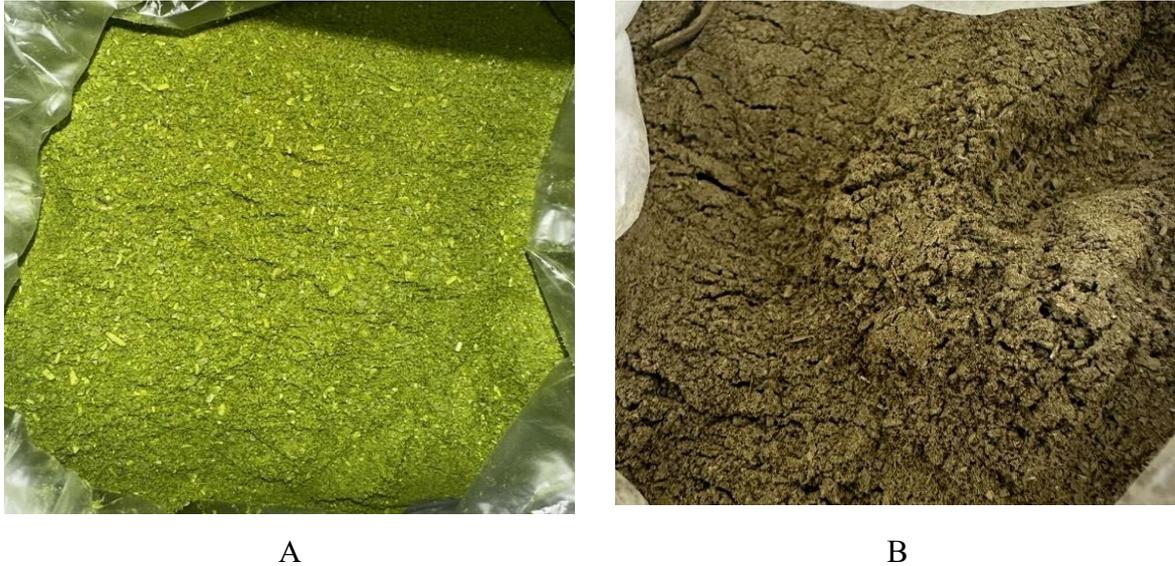
**Figure 11.** Feuilles séchées de *N. oleander* (A) et *P. harmala* (B) (photo originale, 2024)

### 2.3.2 Broyage

Avant le broyage, les feuilles sont séparées des tiges, en procédant à éliminer celles qui présentaient des signes d'attaques par des ravageurs ou des micro-organismes.

Les feuilles ont été coupées en petits morceaux pour faciliter leur broyage puis broyées à l'aide d'un broyeur automatique (Rhinos Electronics).

Les broyats obtenus ont été conservés dans des boîtes en plastique propres et sèches (Figure12).



**Figure 12.** Broyats de *N. oleander* (A) et de *P. harmala* (B) (Photo originale, 2024)

### 2.3.3 Préparation des extraits

Les extraits aqueux de *N. oleander* (AqNo) et de *P. harmala* (AqPh), ainsi que leurs extraits éthanoliques (EENo et EEPH), ont été préparés à température ambiante du laboratoire (20-25°C). L'extraction a été effectuée selon **Sodaeizadeh et al., (2009)** en suivant les étapes ci après qui sont :

#### 2.3.3.1 Pesée

Vingt grammes (20 g) de broyat de chaque espèce testée à savoir *N. oleander* et de *P. harmala* ont été extraits séparément dans 400 ml d'eau distillée et 400 ml d'éthanol à 99,98 %.

#### 2.3.3.2 Agitation

Les préparations sont agitées à l'aide d'un agitateur magnétique (SCIOLOGEX, SELECTA) pendant 2 heures (120 tr/min) (figure13), puis laissées reposer pendant 24 heures à température ambiante (22-25°C) (figure14).



Figure 13. Agitation des extraits (Photo originale, 2024)



Figure 14. Les extraits après l'agitation (Photo originale, 2024)

### 2.3.3.3 Décantation et Filtration

Après 24 heures, les extraits aqueux sont centrifugés à 5000 tr/min pendant 20 minutes à l'aide d'une centrifugeuse (ROTINA 380 HETTICH) pour éliminer les débris végétaux et faciliter la filtration.

Les surnageants des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et de *P. harmala* sont ensuite filtrés avec du papier filtre Wattman N° 42 (figure15), et le filtrat ainsi obtenu correspond à la concentration maximale (20 g/400 ml de solvant), soit 5% poids/volume et désigné par T4 (traitement 4).

Cette solution est ensuite diluée avec de l'eau distillée pour obtenir des concentrations de 1,25%, 2,25% et 3,75% (p/v) (figure16) correspondant respectivement aux traitements (T1, T2, T3) et conservée au réfrigérateur à 4°C jusqu'à utilisation.

Le pH des extraits est ajusté entre 6,8 et 7,4 et à ce pH optimal, à titre préventif, aucune inhibition significative de la croissance ne se produira selon **Macias et al. (2000); Singh et al. 2003a).**

Pour prévenir d'éventuelles contaminations qui risquent d'altérer les caractéristiques physicochimiques des extraits, ces derniers sont préparés deux à trois jours avant les tests de germination.



**Figure 15.** Filtration des surnageants des extraits aqueux et éthanolique de deux espèces  
(Photo originale, 2024).

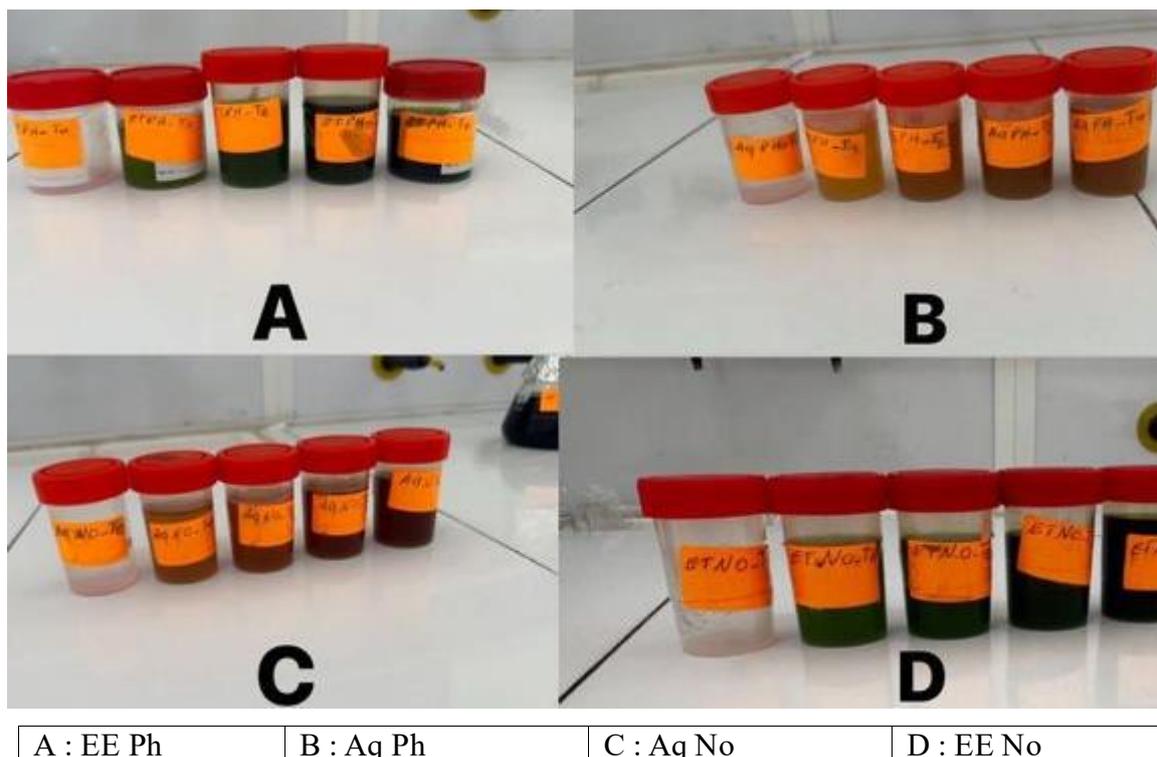


Figure 16. Extraits après dilution (Photo originale, 2024).

### 2.3.4 Tests préliminaires de germination

Avant d'entamer les essais de germination, des tests préliminaires ont été menés pour ajuster le protocole expérimental. Ces tests ont concerné l'examen de la tolérance des graines de blé dur et de la centaurée à diverses durées de désinfection requises avec l'hyperchlorite de sodium. Et de déterminer le temps nécessaire pour l'évaporation de l'éthanol afin d'éliminer son effet sur le taux de germination des graines du blé dur et de la centaurée dans les extraits éthanoliques.

### 2.3.5 Les tests de germination et post germination

Tous les tests de germination sont réalisés dans des boîtes de pétri en plastique. Ces dernières sont tapissées des disques en papier filtre standard (qualitatif Whatman™). Chaque boîte de pétri est étiquetée et numérotée, puis recouvertes.

#### 2.3.5.1 Stérilisation des graines

Un tri a été effectué sur le matériel végétal où sont sélectionnées uniquement les graines saines et qui ne présentent aucune anomalie.

Les graines de blé dur ont été désinfectées en les trempant pendant 10 minutes dans une solution d'hypochlorite de sodium à 8 %, suivie de trois rinçages à l'eau distillée. En ce qui concerne la centaurée, il s'est avéré nécessaire de la désinfecter pendant trois minutes avec une solution d'hypochlorite de sodium à 8% (Centaurée est sensible à l'hypochlorite de sodium).

### 2.3.6 Essais biologiques d'inhibition

Le protocole des essais biologiques pour tester les effets allélopathiques des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur la germination et la croissance des parties aériennes et racinaires du blé dur et de la centaurée, a été réalisé selon **Khan et al. (2011)**. Tous les paramètres et variables sont mesurés avec 3 répétitions pour chaque espèce et chaque traitement.

Dans chaque boîte de pétri, 5 ml soit de l'extrait considéré (test/traitement) soit d'eau distillée (témoin) sont uniformément répartis sur deux couches de papier filtre stérilisé (Whatman N°42) dans des boîtes de pétri stérilisées (autoclavées). Chaque traitement est répété trois fois.

Concernant, les boîtes de Pétri contenant les différentes concentrations d'extrait éthanolique de *N. oleander* et *P. harmala* ont été laissées ouvertes pendant 24 heures pour permettre l'évaporation de l'éthanol et éliminer son effet sur la germination et la croissance des graines de blé dur et de la centaurée (**El Ayeb-Zakhama et Harzallah-Skhiri, 2016**).

Ensuite, 5 ml d'eau distillée sont ajoutés à chaque boîte de pétri (l'ajout de ces 5 ml ne modifie pas les concentrations). Pour le témoin (contrôle négatif) des extraits éthanoliques, le même procédé est effectué.

Pour le témoin de l'extrait aqueux (eau distillée), seulement 5 ml d'eau distillée sont ajoutés à chaque boîte.

Dix graines de blé dur et de la centaurée sont déposées à l'aide d'une pince stérilisée par chaque boîte de pétrie. Les boîtes sont immédiatement recouvertes et bien fermées avec du para film afin d'éviter toute évaporation des extraits et la contamination de la semence (figure17). Les boîtes de pétri sont incubées à l'obscurité à une température comprise entre 22 et 25°C (incubateur LMS) pour une durée de 10 jours.

Le dispositif expérimental est complètement aléatoire (randomisé) avec trois répétitions (figure18).

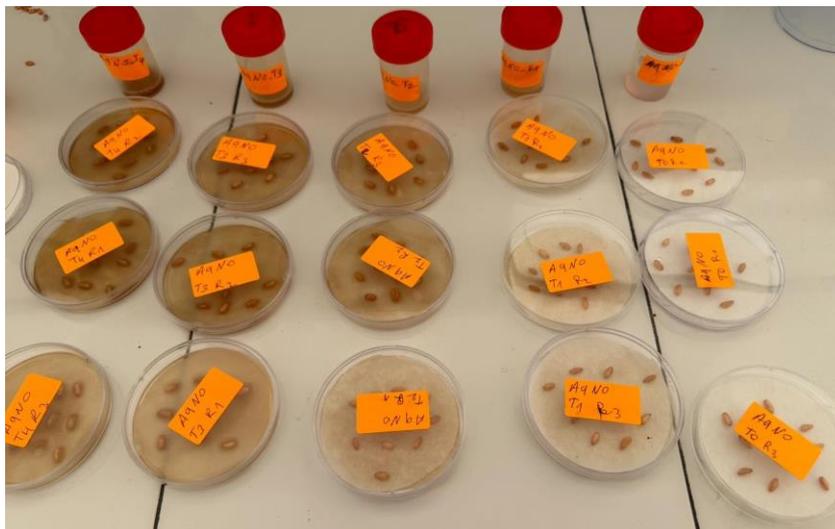


Figure 17. Mise en germination des graines (Photo originale, 2024)



Figure 18. Les boîtes pètrie dans un incubateur (LMS) (Photo originale, 2024)

### 2.3.7 Suivi de la germination

Le suivi de la germination est fait par lecture tous les deux jours, en notant le nombre de graines germées dans chaque boîte pètrie. Nous avons considéré comme graine germée celle qui a développé un coléorhize chez le blé dur ou une radicule chez la centaurée.

Après 10 jours l'expérience est arrêtée et le taux de germination (TG) de chaque espèce et de chaque boîte est déterminé (Mohsenzadeh et Behzadi, 2018).

### 2.3.7.1 Taux de Germination (TG)

Le taux final de graines germées (TG) ou capacité de germination exprimée en %, correspond au pourcentage maximal des graines germées par rapport au nombre total des grains mis en germination, il est estimé par la formule suivante :

$$\text{TG\%} = \text{Ni} \times 100 / \text{Nt} \quad (\text{Paul et al., 2012})$$

Où : Ni = nombre final de grains germés,

Nt = nombre total des grains

### 2.3.7.2 Le Temps Moyen de Germination (TMG)

La vitesse de germination peut s'exprimer par différentes méthodes : parmi ces méthodes, le temps moyen de germination (TMG) qui est calculé comme suit selon Benadjaoud et Aid (2004), Farajollahi et al., (2013) :

$$\text{TMG} = \sum i (\text{Ni} \times \text{Di}) / \text{N}$$

Où : Ni = le nombre de graines nouvellement germées au temps i,

Di = nombre de jours depuis le début du test de la germination,

N = le nombre total de graines germées.

### 2.3.7.3 Pourcentage d'Inhibition (%I)

Pour comparer les effets allélopathiques de *N. oleander* et *P. harmala*, sur les deux espèces étudiées le blé dur et la centaurée), le taux de germination (TG) est converti en pourcentages d'inhibition. Les conversions sont effectuées selon la formule utilisée par Dhima et al. (2006) :

$$\%I = [(\text{Témoin} - \text{Extrait}) / \text{Témoin}] \times 100$$

où : %I = le pourcentage d'inhibition par rapport au témoin

**Témoin** = nombre moyen de graines germées dans la boîte de pétrie imbibée à l'eau distillée

**Extrait** = le nombre moyen de graines germées dans la boîte de pétrie contenant l'extrait d'une espèce donnée.

### 2.3.8 Mesures des longueurs des feuilles (LF)

Après avoir compté le nombre de graines ayant germé dans chaque boîte, nous avons mesuré les longueurs des parties aériennes (LF) en millimètres à l'aide d'un papier millimétré (Figure19).

Pour le blé dur, cela correspond à la longueur de la coléoptile ou de la première feuille, tandis que pour la centaurée, cela représente la longueur de la tige ou la tige plus les feuilles, ou encore la tige plus les premières feuilles.

### 2.3.9 Mesures des longueurs des parties racinaires (LR)

La longueur des racines (LR) représente chez le blé dur, la longueur du coléorhize ou la plus longue des racines primaires, alors qu'elle représente la longueur de la radicule ou la longueur de la racine principale de la centaurée.

Les LR sont mesurées à l'aide d'un papier millimétré (Figure19).



**Figure 19.** Mésure de longueurs des feuilles ( LF) et longueurs des racines (LR) des graines germées (Photo originale, 2024)

### 2.3.10 Mesures des poids frais des feuilles (PFF) et des racines (PFR)

À la fin de l'expérience, les plantules de blé dur et de la centaurée ont été retirées des boîtes de pétri et déposées sur un papier absorbant pour éliminer l'excès d'eau. Les feuilles ont

été soigneusement séparées des racines, et les poids frais des feuilles (PFF) ainsi que ceux des racines (PFR) ont été pesés à l'aide d'une balance électronique de précision (SCALTEC) (Figure20).

### 2.3.11 Mesures des poids sec des feuilles (PSF) et des racines (PSR)

Les échantillons de feuilles et de racines dans chaque boîte de Pétri ont été séchés dans une étuve (Stuart) à 60°C pendant 72 heures. Les poids secs (g) ont ensuite été mesurés à l'aide d'une balance électronique (Figure20) (Motmainna et al., 2021).



Figure 20. Mesure des poids frais et secs des feuilles et racines des graines germées (photo originale, 2024)

### 2.3.12 Analyses statistiques des données

Les analyses statistiques sont effectuées selon le dispositif complètement randomisé avec 3 répétitions pour chaque test.

Un test de normalité de Shapiro-Wilkest effectué pour chaque paramètre étudié, à savoir : TG, LF, LR, PFF, PFR, PSF et PSR.

Les données non normalement distribuées ont été analysées par une ANOVA non paramétrique à un seul facteur de **Kruskal-Wallis (1952)**.

L'analyse de la variance a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS, v21.

Les histogrammes des paramètres étudiés : TG, TMG, % I, LF, LR, PFF, PFR, PSF et PSR ont été effectués à l'aide du programme Excel 2021.

A decorative green vine border with leaves and scrolls, framing the text. The border is symmetrical and extends across the width of the page.

**CHAPITRE III :**  
**RESULTATS ET**  
**DISCUSSIONS**

### 3.1 Introduction

Dans le présent travail nous avons testé les effets des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur la germination du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de la centaurée (*Centaurea sp*).

La mise en évidence de l'effet allélopathique a concerné la germination des graines et quelques paramètres morphologiques et physiologiques pendant une durée de 10 jours en conditions contrôlées.

### 3.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée

#### 3.2.1 Analyse statistique de l'Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph), sur le taux de germination (TG) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) sont notés dans le tableau 6.

Concernant le blé dur, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) des taux de germination (TG) ont été observées pour les différents traitements avec les extraits aqueux de *N. oleander* (AqNo) et de *P. harmala* (AqPh) et les extraits éthanoliques de *N. oleander* (EENo). Cependant, les variations des traitements avec l'extrait EEPH n'ont pas atteint le même seuil de signification.

En ce qui concerne la centaurée, à l'exception de l'extrait aqueux de *P. harmala* (AqPh), où des différences significatives du taux de germination ( $p < 0,05$ ) ont été enregistrées (tableau 6)

**Tableau 6.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur le taux de germination (TG) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$

Source de variabilité	P	Signification	Obs.	
BDAqNo	000	s*	/	
BDAqPh	.000	s*		
BDEENo	.010	s*		
CentEENo	.166	ns*		
CentEEPH	.502	ns*		
BDEEPH	.894	ns*		Test de Kruskal-Wallis
CentAqNo	.069	ns*		
CentAqPh	.012	s*		

s\* : effet significatif, ns\* : effet non significatif

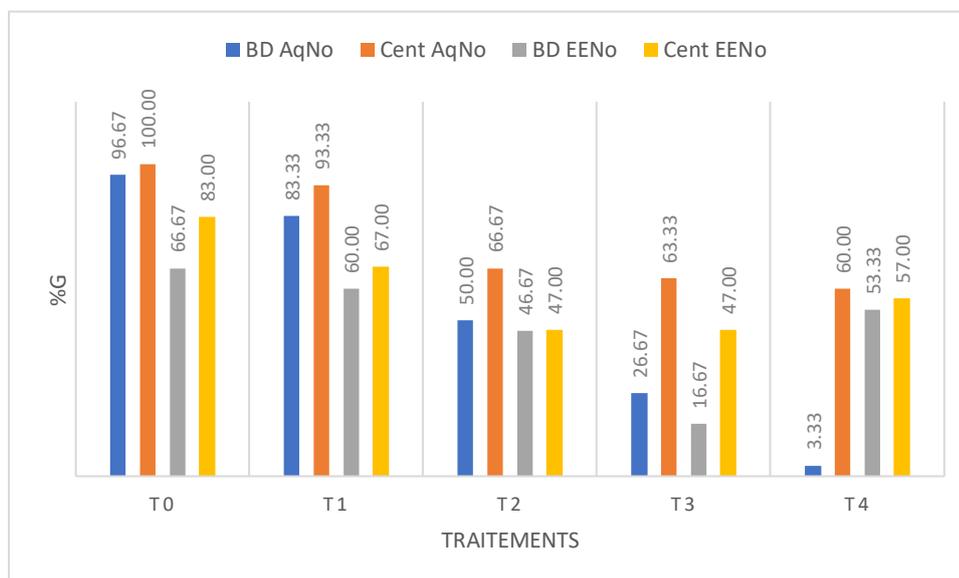
### 3.2.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée

La figure 21 montre les effets allélopatiques des différents extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) *N. oleander* (No) sur les taux de germination du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) (figure 21).

On remarque que les extraits de *N.oleander* ont des effets inhibiteurs variables sur le taux de germination du blé dur et de la centaurée en par rapport au témoin (figure 21). Dans l'ensemble, on note que les taux de germination sont inversement proportionnels à l'augmentation des concentrations (T1 à T4), cette inhibition est plus prononcée pour le blé dur. Au traitement T4 (5%) soit la concentration la plus élevée, le taux de germination du blé dur est de 3.33% pour l'extrait aqueux (BD AqNo) et est réduit de 50% pour l'extrait éthanolique (BD EENo).

Quant à la centaurée, on remarque que le taux de germination reste stable à environ 60% pour l'extrait aqueux (Cent AqNo) et augmente pour l'extrait éthanolique (Cent EENo) pour être aux alentours de 80% (figure 21).

Les extraits aqueux semblent avoir un effet inhibiteur plus marqué que les extraits éthanoliques, particulièrement pour le blé dur. La centaurée montre une résistance relative aux deux extraits, particulièrement aux extraits éthanoliques (figure21).



**Figure 21.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée

### 3.2.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *Pharmala* sur le taux de germination (TG) du blé dur et de la centaurée

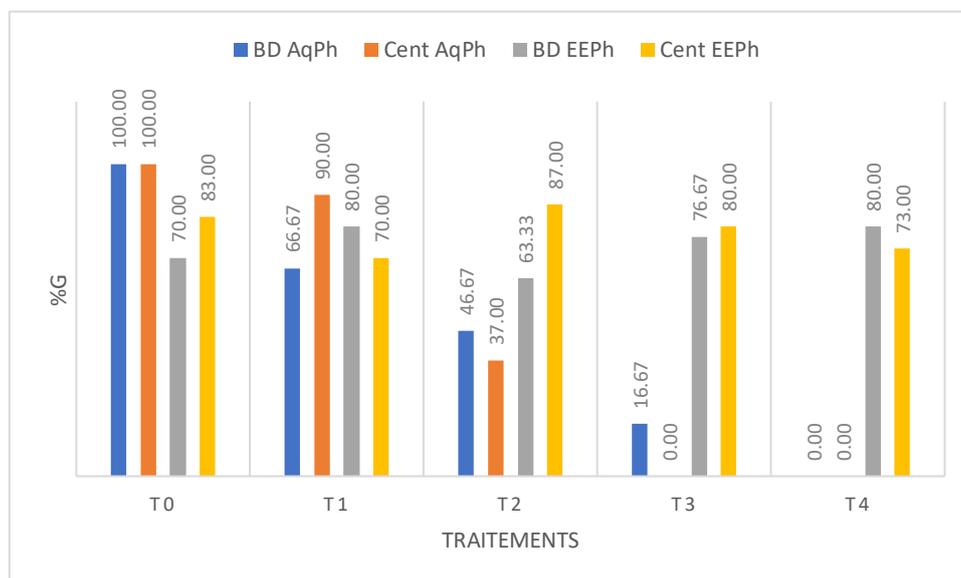
Les effets des différents traitements des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *Pharmala* (Ph) sur le taux de germination du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) sont portés sur la figure 22.

Les taux de graines germées (TG) chez les témoins sont élevés, atteignant 100% pour BD AqPh et Cent EEPH, et environ 70% pour BD EEPH et 83% Cent AqPh (figure 22).

Les extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* ont un effet inhibiteur croissant inversement proportionnel à la concentration des extraits sur le taux de germination du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent), avec une inhibition plus prononcée du blé dur (figure 22).

En effet, une réduction significative des taux de germination (0%) a été observée avec les extraits aqueux à 5% (T4), tandis que la centaurée reste relativement plus résistante, notamment avec les extraits éthanoliques (70%).

D'après la figure 22, on note que les extraits éthanoliques de *P. harmala* ont moins d'effet sur la germination que les extraits aqueux ce qui concorde aux résultats obtenus pour ceux de *N.oleander* (figure 21).



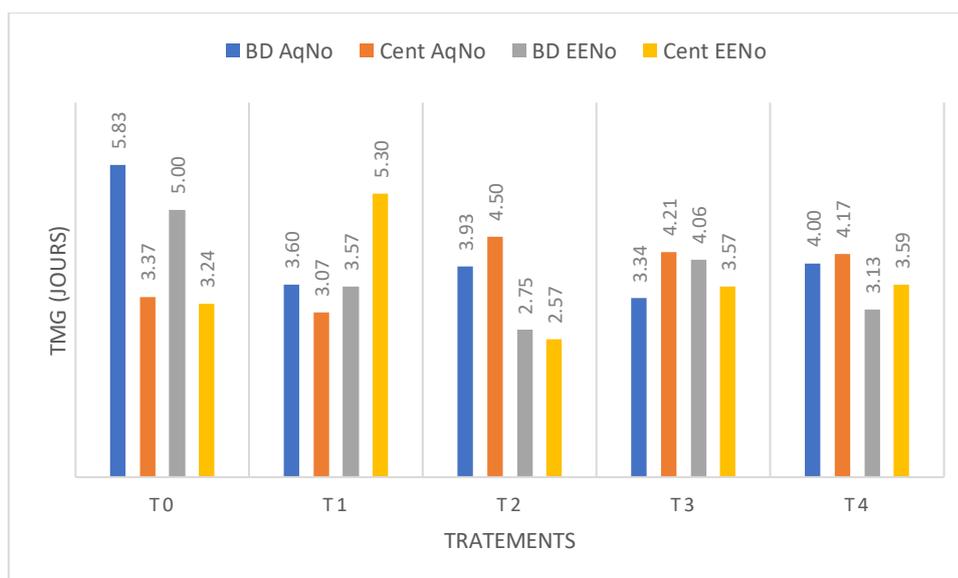
**Figure 22.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le taux de germination (TG) du blé dur, et de la centaurée

### 3.2.4 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée

La figure 23 montre l'impact des différents traitements (T0, T1, T2, T3 et T4) des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) sur la vitesse de germination qui est exprimée par le temps moyen de germination (TMG) en jours, du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Les résultats obtenus montrent que les différents extraits de *N. oleander* ont des effets variables sur le TMG du blé dur et de la centaurée. En général, les traitements tendent à augmenter le TMG du blé dur. Pour la centaurée, les effets sont moins cohérents, avec des augmentations et des diminutions du TMG selon les concentrations des extraits. Les extraits éthanoliques (EE) semblent avoir une influence plus variable sur les deux espèces (figure 23).

On enregistre, à T4 (5%) une accélération de la vitesse de germination, soit une valeur de TMG de 3 jours pour les deux extraits éthanoliques (3.13 BD /3.59 Cent) contre un TMG de 4 jours (4.00 BD/4.17 Cent) pour les extraits aqueux de *N. oleander* (figure 23).



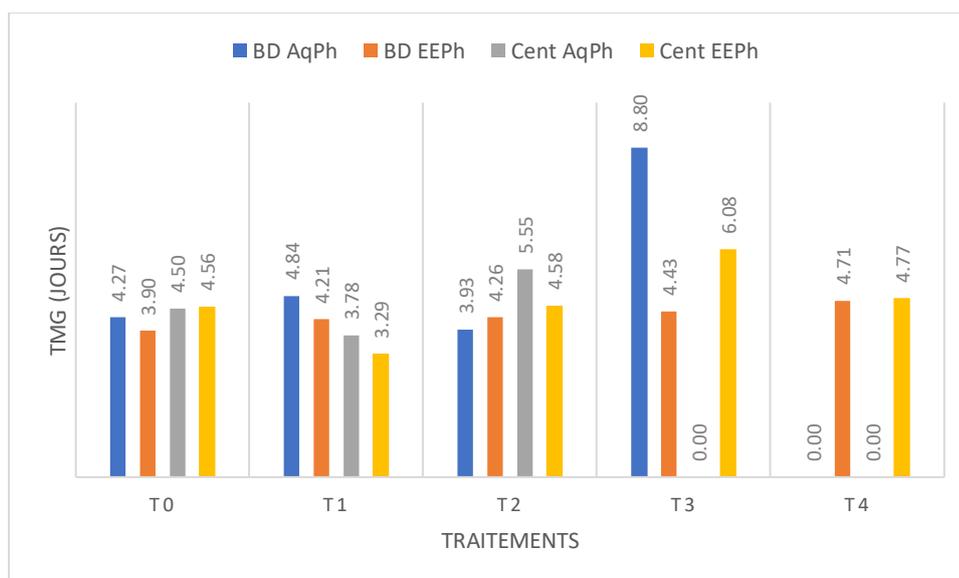
**Figure 23.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée

### 3.2.5 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée

Les extraits aqueux et éthanoliques de *Pharmala* montrent des effets variables sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée (figure 24).

Dès la concentration 2.25% (T2) le blé dur montre une forte inhibition avec les extraits aqueux, on enregistre à 3.75% (T3) un TMG de 8,80 j et une absence totale de germination à 5% (T4). Les extraits éthanoliques ont un effet modéré sur le blé dur, avec une augmentation progressive du TMG.

La centaurée montre une inhibition totale de la germination avec les extraits aqueux à T3 et T4, et une forte inhibition avec les extraits éthanoliques à T3 (6,08 j).



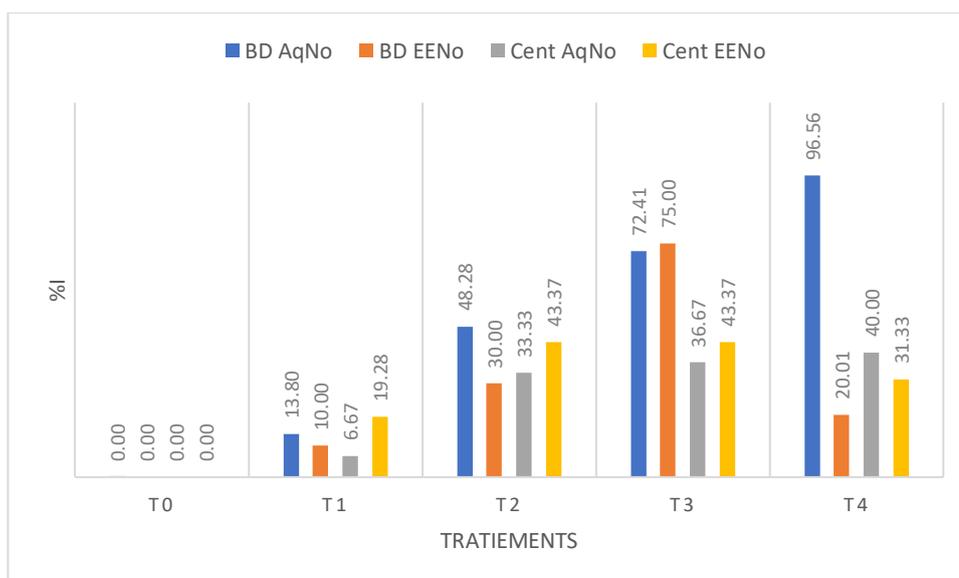
**Figure 24.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le temps moyen de germination (TMG) du blé dur et de la centaurée

### 3.2.6 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée

La figure 25 présente les pourcentages d'inhibition (%I) des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* sur le blé dur (BD) et la centaurée (Cent). Les extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* montrent des effets inhibiteurs significatifs sur la germination du blé dur et de la centaurée.

Les extraits aqueux ont un effet inhibiteur plus marqué sur le blé dur, atteignant une inhibition de 96,56% à T4 (5%), tandis que les extraits éthanoliques montrent une inhibition maximale (%I) de 75% à T3, mais avec le traitement T4, un très faible pourcentage d'inhibition est observé soit de 20%.

Pour la centaurée, l'inhibition augmente progressivement avec l'augmentation des concentrations des extraits atteignant un maximum de 43,37% avec les extraits éthanoliques à T2 et T3, et 40% avec les extraits aqueux à T4. Ces résultats suggèrent que les extraits de *N. oleander*, en particulier les extraits aqueux, ont un potentiel inhibiteur plus élevé sur le blé dur par rapport à la centaurée (figure 25).



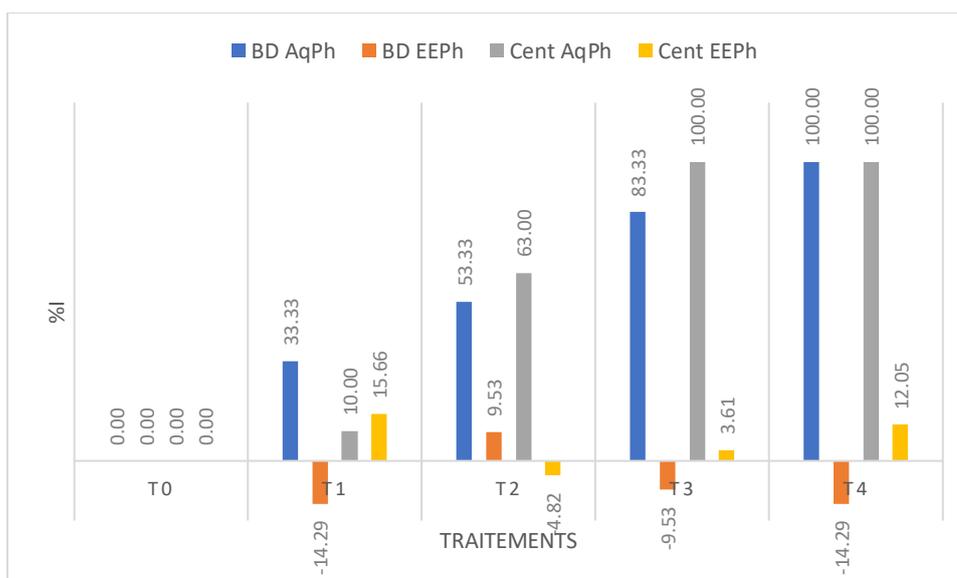
**Figure 25.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée

### 3.2.7 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le pourcentage d'inhibition (%I) de la germination du blé dur et de la centaurée

La figure 26 présente les pourcentages d'inhibition des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *P. harmala* (Ph) sur le blé dur (BD) et la centaurée (Cent) à différentes concentrations (T0 à T4). Les valeurs négatives indiquent une stimulation de la germination.

Les effets allélopathiques des extraits de *P. harmala* se démarquent du témoin dès la plus faible concentration T1 (1,25%). En effet, Les extraits aqueux de *P. harmala* montrent une inhibition croissante et significative de la germination du blé dur et de la centaurée, atteignant une inhibition totale (100%) à la concentration la plus élevée (T4) (figure 26).

En revanche, les extraits éthanoliques montrent des effets variés, incluant des stimulations notables de la germination du blé dur à plusieurs concentrations. Pour la centaurée, les extraits éthanoliques de *P. harmala* montrent principalement un faible effet inhibiteur, avec une inhibition modérée (12.5%) à T4 en comparaison avec l'effet de ce dernier sur le blé dur. Les résultats indiquent que les extraits aqueux sont plus efficaces pour inhiber la germination des deux espèces étudiées, tandis que les extraits éthanoliques peuvent parfois stimuler la germination, en particulier celle du blé dur.



**Figure 26.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le pourcentage d'inhibition (%) de la germination du blé dur et de la centauree

### 3.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P.harmala* sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centauree

#### 3.3.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centauree

Le tableau 7 présente les résultats de l'analyse de variance à un seul facteur pour évaluer l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *Nerium oleander* (No) et *Peganum harmala* (Ph) sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur (BD) et de la centauree (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$  soit (5%).

Les extraits aqueux de *N. oleander* ont un effet significatif sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur ( $p = 0.000$ ) et de la centauree ( $p = 0.000$ ), indiquant une forte inhibition de ce paramètre par ces extraits dont l'effet allélopathique est très remarquable.

Les extraits éthanoliques de *N. oleander* montrent aussi un effet significatif sur la centauree ( $p = 0.043$ ), mais pas sur le blé dur ( $p = 0.906$ ).

Les extraits aqueux de *P. harmala* ont un effet significatif sur LF du blé dur ( $p = 0.011$ ) et de la centauree ( $p = 0.015$ ), indiquant également une inhibition notable par ces extraits.

Par contre, les extraits éthanoliques de *P. harmala* n'ont pas d'effet significatif sur LF du blé dur ( $p = 0.575$ ) et de la centaurée ( $p = 0.598$ ), suggérant que ces extraits sont moins efficaces pour inhiber la longueur des feuilles par rapport aux extraits aqueux (tableau 7).

**Tableau 7.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur la longueur des feuilles (LF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$ .

Source de variabilité	P	Signification	Obs.
BDAqNo	.000	s*	/
CentAqNo	.000	s*	
BDEENo	.906	ns*	
CentEENo	.043	s*	
CentEEPh	.598	ns*	
BDEEPh	.575	ns*	Test de Kruskal-Wallis
BDAqPh	.011	s*	
CentAqPh	.015	s*	

s\* : effet significatif, ns\* : effet non significatif

### 3.3.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée

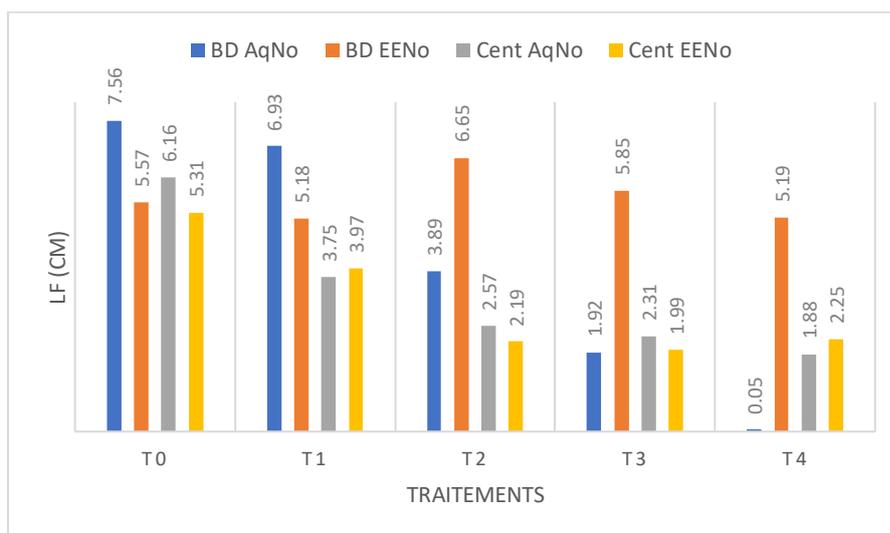
Les effets de différents extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) sont mentionnés sur la figure 27.

Les extraits aqueux de *N. oleander* montrent un effet inhibiteur croissant est proportionnel aux concentrations croissantes des extraits, sur la longueur des feuilles du blé dur et de la centaurée, avec une diminution quasi totale à T4 pour BD AqNo (0,05 cm) et une forte diminution pour Cent AqNo (1,88 cm).

Les extraits éthanoliques, en revanche, ont des effets variables : ils montrent une légère diminution de L F du blé dur (BD EENo) par rapport au témoin, sauf pour le T2 (2.25%) où une augmentation notable de 6,65cm est observée.

Pour la centaurée, les extraits éthanoliques engendrent également une diminution globale, bien que moins sévère que pour les extraits aqueux.

Ces résultats suggèrent que les extraits aqueux de *N. oleander* sont plus efficaces pour inhiber la croissance des feuilles du blé dur et de la centaurée, tandis que les extraits éthanoliques peuvent avoir des effets moins prévisibles, incluant parfois des stimulations de croissance pour certaines concentrations.



**Figure 27.** Les effets de différents traitements (T0 à T4) avec des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

### 3.3.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée

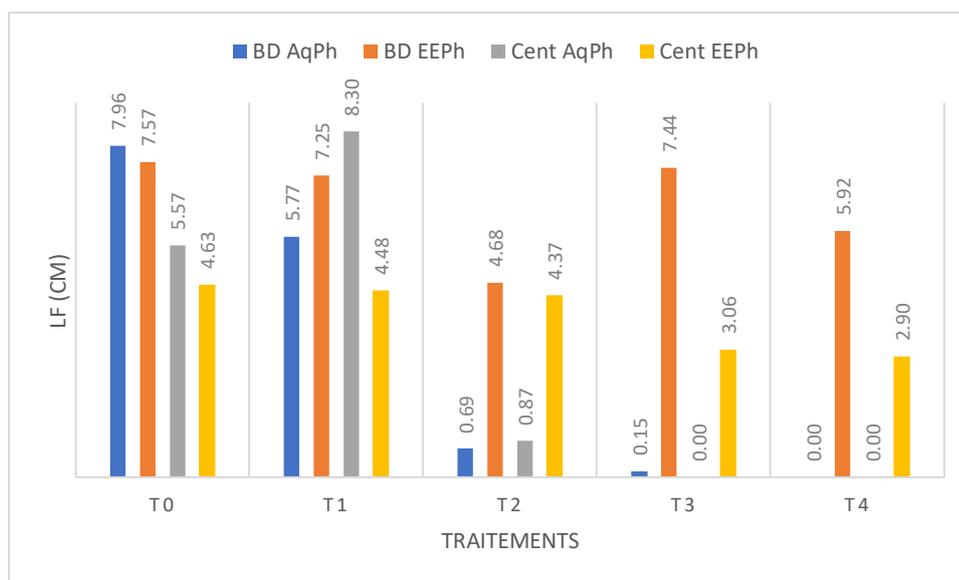
La figure 28 illustre l'effet des différents extraits aqueux (AqPh) et éthanoliques (EEPh) de *P.harmala* sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée.

Pour le blé dur, on observe une réduction significative de LF avec l'augmentation des concentrations (T1 à T4) des extraits aqueux ou éthanoliques de *P.harmala*

En ce qui concerne la centaurée, les extraits aqueux semblent avoir un effet plus prononcé sur la réduction de la longueur des feuilles (1.88 cm à T4) par rapport aux extraits éthanoliques (2.25 cm à T4), en particulier avec les traitements T3 et T4 qui présentent les LF les plus faibles.

Toutefois on note une diminution significative de la longueur des feuilles sous l'effet des extraits par rapport au témoin (T0).

Ces résultats suggèrent que les extraits de *P.harmala* ont un effet inhibiteur sur la croissance des feuilles du blé dur et de la centaurée, avec des variations dans l'intensité de l'effet en fonction du type d'extrait et de la concentration de ce dernier.



**Figure 28.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P.harmala* sur la longueur moyenne des feuilles (LF) du blé dur et de la centaurée

### 3.4 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur la longueur moyenne des racines (LR) du blé dur et de la centaurée

#### 3.4.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur la longueur moyenne des racines (LR) du blé dur et de la centaurée

L'analyse de la variance à un seul facteur examine les effets des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph), sur la longueur des racines (LR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) (tableau 8).

Les résultats montrent que les extraits aqueux de *N. oleander* (No) et *P. harmala* ont agité significativement ( $p < 0,05$ ) sur la longueur des racines du blé dur. Des résultats similaires sont obtenus avec les extraits éthanoliques de *P. harmala* sur la LR du blé dur ( $p=0.010$ ), et avec les extraits aqueux de *P. harmala* sur la LR de la centaurée ( $p=0.013$ ).

D'autres part, on a noté une réduction de la longueur des racines avec les autres extraits (BDEENo, CentAqNo, CentEENo et Cent EEPH) mais sans obtenir de différences significatives.

**Tableau 8.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur la longueur des racines (LR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$

Source de variabilité	P	Signification	Obs.
BDEENo	.668	ns*	/
BDEEPH	.032	s*	
CentAqNo	.287	ns*	
CentEENo	.213	ns*	
BDAqNo	.012	s*	Test de Kruskal-Wallis
BDAqPh	.010	s*	
CentAqPh	.013	s*	
CentEEPH	.134	ns*	

s\* : effet significatif, ns\* : effet non significatif

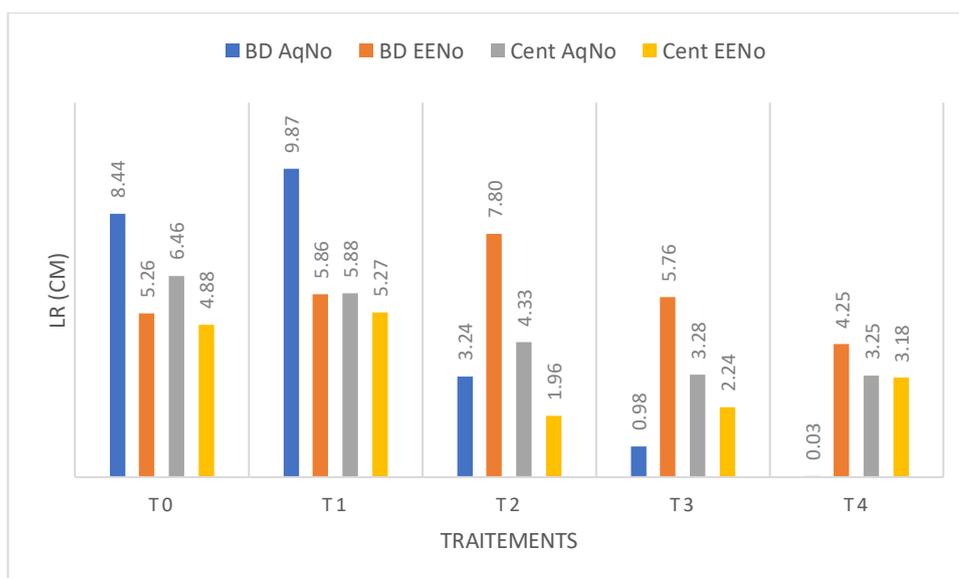
### 3.4.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée

Les résultats présentés dans la figure 29 montrent l'effet des différents traitements des extraits aqueux (Aq) et éthanolique (EE) de *N.oleander* (No) sur la longueur des racines (LR) de blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Les extraits aqueux (AqNo) de *N. oleander* semblent avoir un effet inhibiteur plus marqué sur la croissance des racines du BD et de la Cent, qui est particulièrement très prononcée avec les concentrations les plus élevées (T3 et T4).

Par contre, les extraits éthanoliques (EENo) montrent des effets variables, mais avec également des effets inhibiteurs plus importants aux concentrations les plus élevées (T3 et T4).

La sensibilité aux différents extraits de *N. oleander* varie entre les deux plantes testées (blé dur et centaurée), et le blé dur est la plante la plus affectée.



**Figure 29.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée.

### 3.4.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée

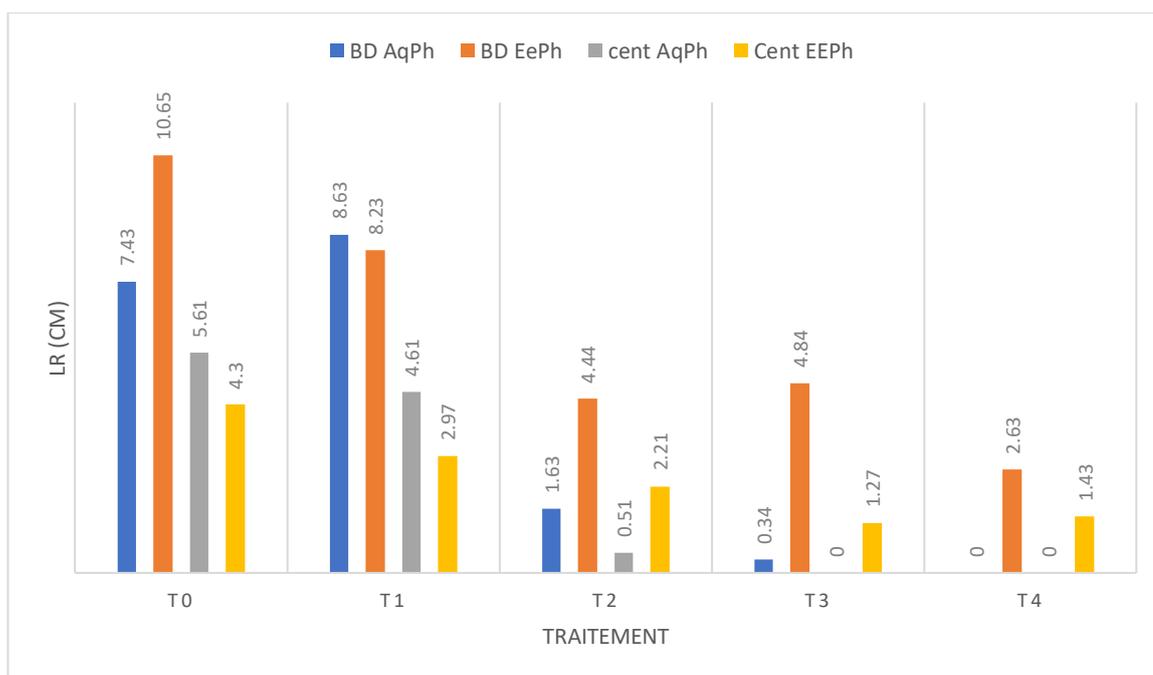
La figure 30 montre les effets des différents extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *P. harmala* (Ph) sur la longueur des racines (LR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Pour le blé dur, les extraits aqueux (AqPh) semblent avoir un effet inhibiteur plus fort sur la croissance des racines, avec une diminution proportionnelle de T0 (8.63cm) à T4 (0 cm) soit une inhibition complète.

Les extraits éthanoliques (EEPh) ont également un effet inhibiteur mais moins prononcé que les extraits aqueux, avec une réduction notable à partir de T2 (4.4 cm) et une diminution notable à T4 (2.63cm).

Concernant la centaurée, les extraits aqueux (AqPh) ont un effet inhibiteur très fort, avec une réduction significative dès T2 (2.21cm) et une inhibition complète de la croissance des racines à T3 et T4 (figure 31).

Les extraits éthanoliques (EEPh) montrent également un effet inhibiteur, bien que moins prononcé que les extraits aqueux.



**Figure 30.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur la longueur des racines (LR) du blé dur et de la centaurée

### 3.5 L'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée

#### 3.5.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent que les extraits éthanoliques (EE) de *N. oleander* et de *P. harmala*, ainsi que les extraits aqueux (Aq) de *P. harmala*, n'ont pas d'effets significatifs sur le poids frais des feuilles (PFF) des plantes étudiées ( $p > 0,05$ ) (tableau 9).

Cependant, les extraits éthanoliques de *N. oleander* et les extraits aqueux de *N. oleander* et de *P. harmala* montrent des effets significatifs sur le poids frais des feuilles, avec des valeurs de  $p$  inférieures à 0,05 (tableau 9).

**Tableau 9.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$

Source de variabilité	P	Signification	Obs.
BDEENo	.920	ns*	/
BDEEPh	.284	ns*	
CentAqNo	.078	ns*	
CentEENo	.014	s*	
BDAqNo	.004	s*	Test de Kruskal-Walis
BDAqPh	.012	s*	
CentAqPh	.011	s*	
CentEEPh	.497	ns*	

s\* : effet significatif, ns\* : effet non significatif

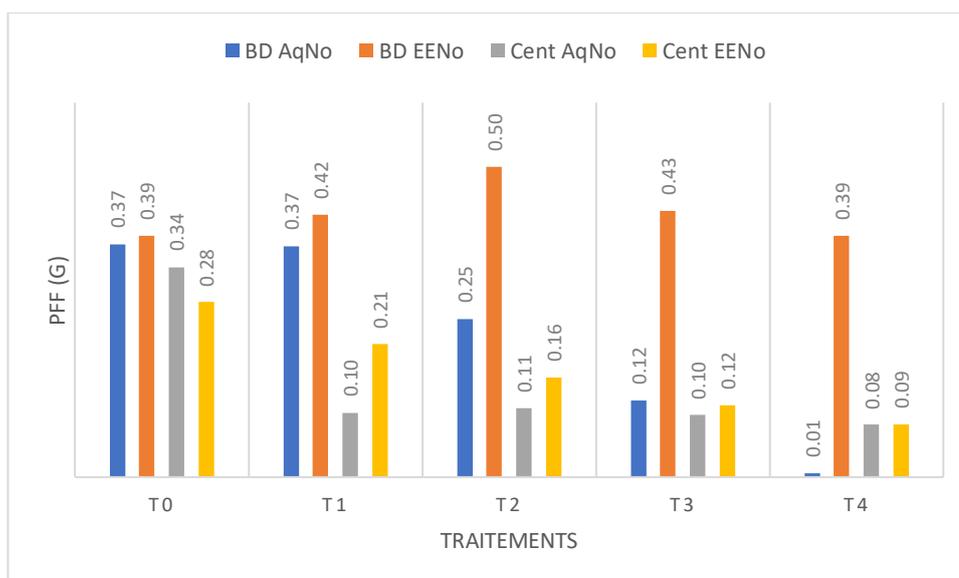
### 3.5.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée

La figure 31 montre l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de la plante *N. oleander* sur le poids frais des feuilles (PFF) de blé dur (BD) et celui de la centaurée (Cent).

Sous l'effet des extraits aqueux de *N. oleander*, nous constatons pour le blé dur (BD), que le PFF diminue progressivement de T0 (0.37g) à T4 (0.01g). En revanche, avec les extraits éthanoliques (EE), le PFF augmente à T1 (0.42g), atteignant un pic à T2 (0.5), puis diminue légèrement à T3 (0.43g) et se maintient à T4 (0.39g). Concernant la centaurée (Cent), les extraits aqueux (Aq) entraînent une diminution significative du poids frais des feuilles de T0 (0.34) à T1 (0.10), et à T4 le PFF atteint 0.08g T4 .

Les extraits éthanoliques (EE) suivent une tendance similaire à celle des extraits aqueux, avec une forte diminution de T0 (28g) à T1 (0.21g), suivie d'un déclin progressif de T2 (0,16g) à T4 (0.09g).

Ces résultats mettent en évidence que les extraits éthanoliques ont des effets moins marqués sur le PFF que les extraits aqueux .



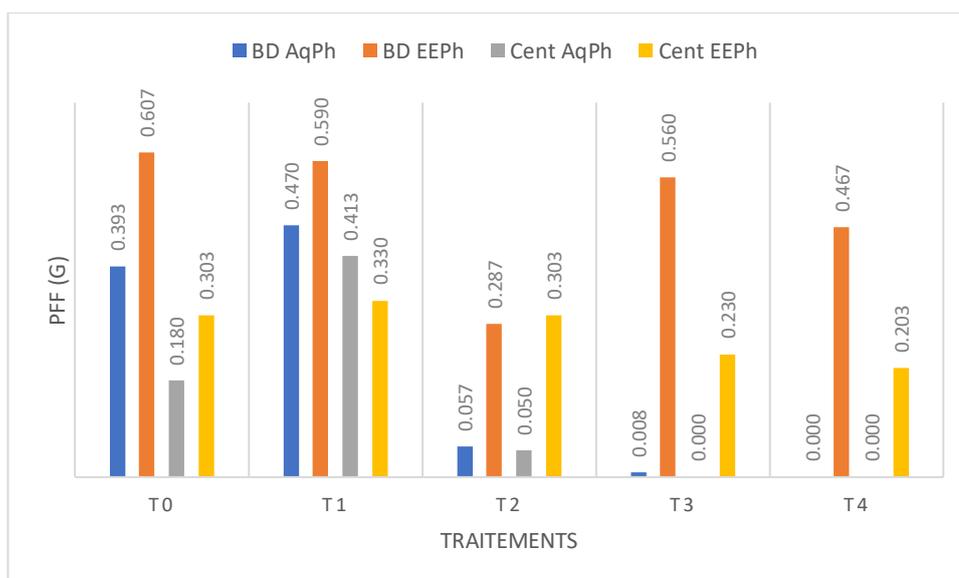
**Figure 31.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée

### 3.5.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée

Les résultats de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *P. harmala* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) sont représentés sur la figure 32.

Pour le blé dur (BD) et la centaurée (Cent), les effets allelopathiques des extraits aqueux (Aq) de *P. harmala* ont agi négativement sur le poids frais des feuilles du blé dur, qui diminue proportionnellement avec l'augmentation de la concentration (T0 :0.39g ; T2 :0.05g, T3 :0.008g et T4 : 0.0g).

Les effets allélopathiques des extraits éthanoliques (EE) ont également inhibé la croissance des feuilles. À T4 ces extraits (EE) ont des effets plus prononcés sur la centaurée (0.209g) que sur le blé dur (0.457g).



**Figure 32.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids frais des feuilles (PFF) du blé dur et de la centaurée

### 3.6 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée

#### 3.6.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée

L'analyse de la variance à un seul facteur montre que les extraits aqueux (Aq) de *N. oleander* et *P. harmala* ont des effets significatifs sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée ( $p < 0,05$ ), tandis que les extraits éthanoliques n'ont généralement pas d'effet significatif ( $p > 0,05$ ) (Tableau 10). Ce qui suggère qu'il y'a un effet de la méthode d'extraction et l'espèce végétale qui sont deux facteurs dont dépend la croissance des racines des deux espèces végétales étudiées (BD et Cent).

**Tableau 10.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$ .

Source de variabilité	P	Signification	Obs.
BDEENo	.344	ns*	/
BDEEPh	.137	ns*	
CentAqNo	.109	s*	Test de Kruskal- Wallis
CentEENo	.158	ns*	
BDAqNo	.045	s*	
BDAqPh	.012	s*	
CentAqPh	.015	s*	
CentEEPh	.879	ns	

s\* : effet significatif, ns\* : effet non significatif

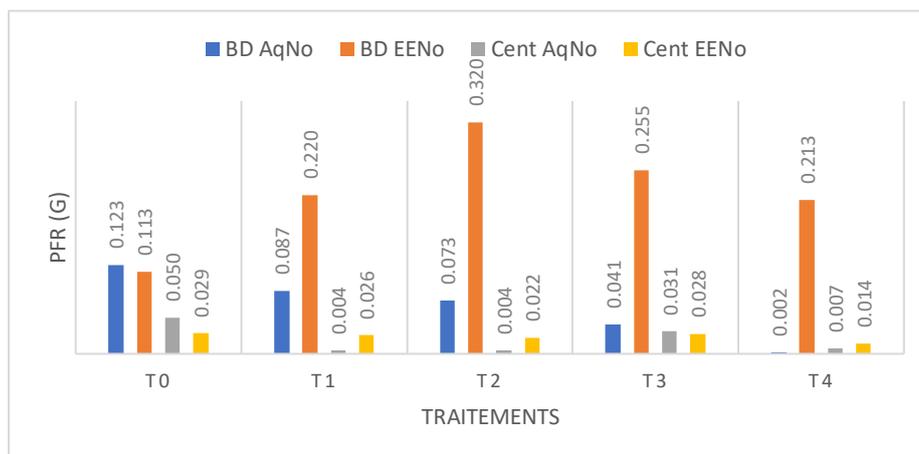
### 3.6.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée

L'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) sont représentés par la figure 33.

On observe que les extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* ont des effets différents sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Pour le blé dur, les extraits éthanoliques (EE) des différents traitements provoquent une stimulation de la croissance des racines obtenant ainsi une augmentation du poids frais de ces dernières (T0 : 0.113g ; T4 : 0.213 g).

Tandis que les extraits aqueux (Aq) ont des effets inhibiteurs sur celui-ci, avec un arrêt presque total de la croissance des racines pour le traitement T4.



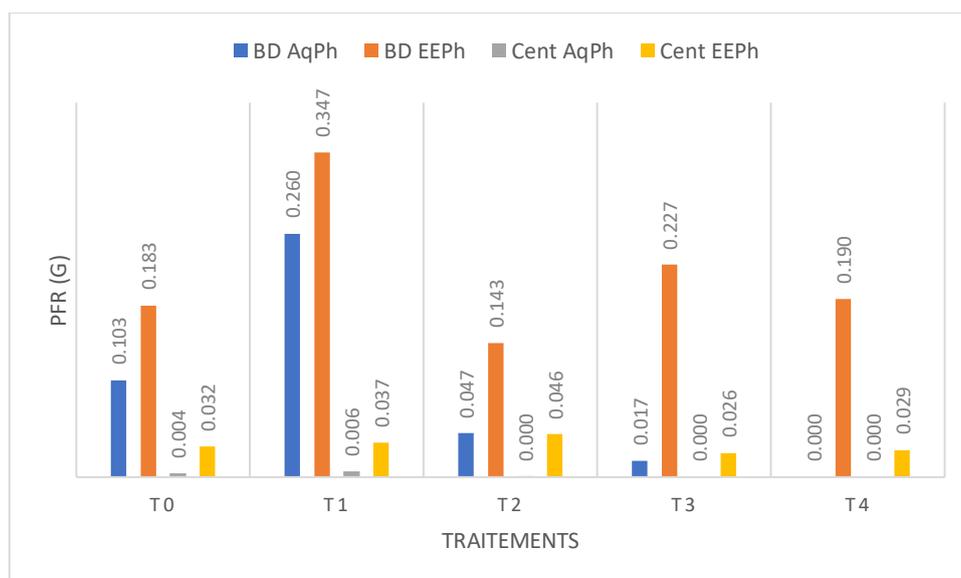
**Figure 33.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée

### 3.6.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée

Les résultats de l'effet des différents traitements (T0, T1, T2, T3 et T4) des extraits aqueux (Aq) et éthanolique (EE) de *P. harmala* (Ph) sur le poids frais des racines (PFR) de blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) sont illustrés dans la figure 35.

Les extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* ont des effets différents sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Pour le blé dur, les extraits éthanoliques favorisent la croissance des racines, tandis que les extraits aqueux ont des effets variables. En revanche, la centaurée ne montre pas de réaction significative à ces extraits (figure 35).



**Figure 34.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids frais des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée

### 3.7 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée

#### 3.7.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée

Le tableau 11 présente les résultats de l'analyse de la variance à un seul facteur pour évaluer l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification de  $p < 0,05$ .

L'analyse montre que les extraits aqueux de *N. oleander* et *P. harmala* ont des effets significatifs sur le poids sec des feuilles du blé dur et de la centaurée ( $p < 0,05$ ), contrairement aux extraits éthanoliques qui n'ont généralement pas d'effet significatif (tableau 11). Une exception notable est observée avec les extraits aqueux de *N. oleander* sur la centaurée (Cent AqNo), qui n'ont pas d'effet significatif.

On remarque que les extraits aqueux ont plus d'influence sur le PSF contrairement aux extraits éthanoliques. Ce qui concorde avec les résultats de la majorité des paramètres étudiés.

**Tableau 11.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$

Source de variabilité	P	Signification	Obs.
BDEENo	.836	ns*	/
BDEEPh	.468	ns*	
BDAqNo	.001	s*	
CentEENo	.232	ns*	
CentAqNo	.131	ns*	Test de Kruskal-Wallis
BDAqPh	.012	s*	
CentAqPh	.027	s*	
CentEEPh	.622	ns*	

s\* : effet significatif, ns\* : effet non significatif

### 3.7.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée

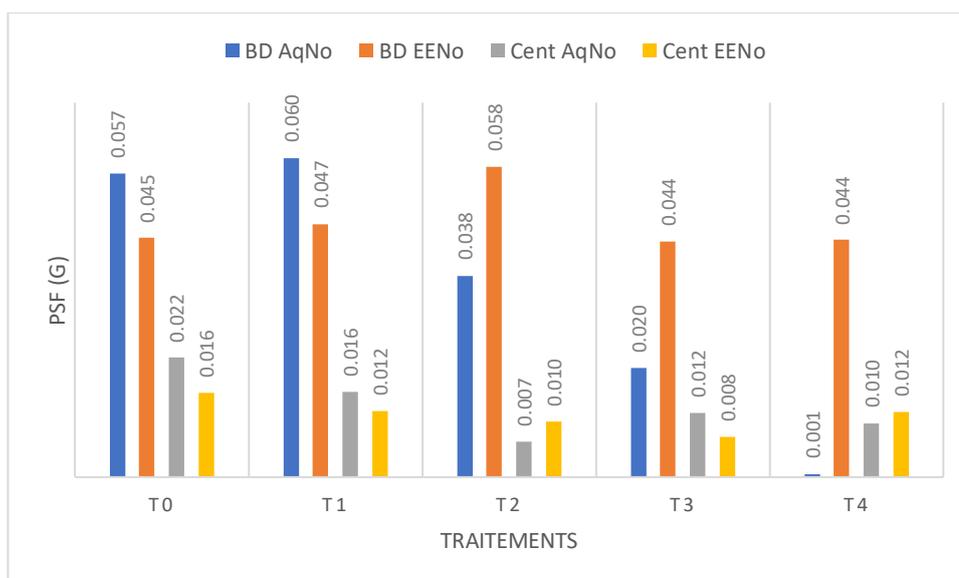
La figure 35 présente l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Les extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) montrent des effets différents sur PSF pour le blé dur (BD) et la centaurée (Cent).

Pour le blé dur avec les extraits aqueux, le traitement T0 montre un PFS de 0,057 g, tandis qu'à T4 il diminue drastiquement à 0,001 g. Avec les extraits éthanoliques, le PSF atteint 0,058 g avec le traitement T2.

Pour la centaurée, les extraits aqueux montrent une diminution progressive du poids, atteignant 0,007 g à T4. Avec les extraits éthanoliques PSF du témoin (T0) est de 0,016 g, diminuant à 0,008 g à (T3).

On note toujours que les extraits aqueux ont plus d'effet sur le poids sec de feuilles que les extraits éthanoliques pour le blé dur et la centaurée.



**Figure 35.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée

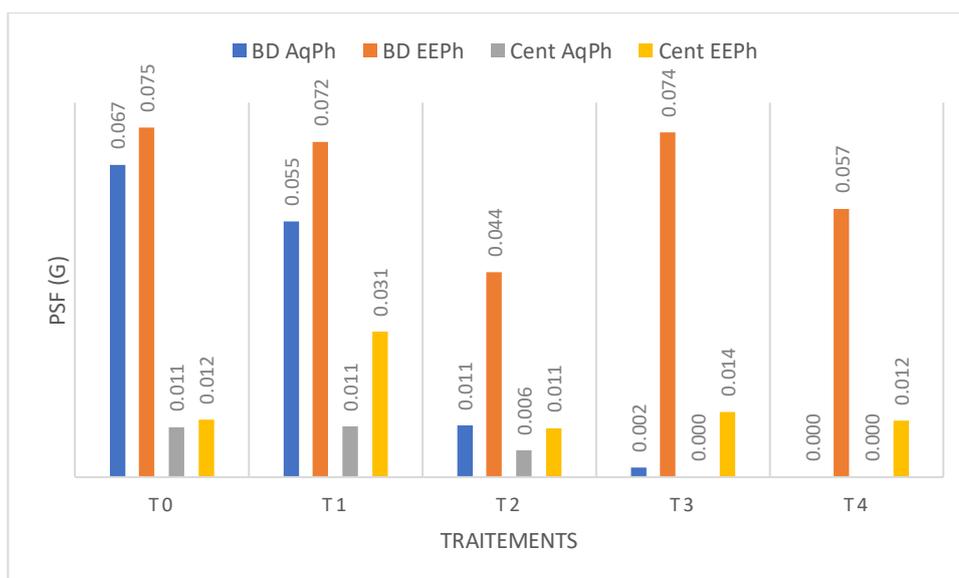
### 3.7.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée

La figure 36 montre l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *P.harmala* (Ph) sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Pour le blé dur avec les extraits aqueux, on observe une réduction progressive du poids sec à chaque traitement (T0 à T4), allant d'une valeur initiale de 0,067 g à un poids sec nul (0,0 g). En revanche, avec les extraits éthanoliques le BD montre une diminution plus marquée au traitement T2 (0,044 g) mais une léger gain à T3 (0,074 g).

La centaurée présente un PSF de 0,011g à T0 qui diminue à 0,006 g avec T2, pour atteindre les valeurs de 0g avec T3 et T4.

En résumé, ces résultats mettent en évidence des variations significatives dans la croissance ou le maintien de la biomasse foliaire en fonction des extraits utilisés, avec des effets plus prononcés chez le blé dur traité avec des extraits aqueux.



**Figure 36.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids sec des feuilles (PSF) du blé dur et de la centaurée

### 3.8 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée

#### 3.8.1 Analyse statistique de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée

L'analyse de la variance à un seul facteur montre que les extraits aqueux de *N. oleander* et *P. harmala* ont des effets significatifs sur le poids sec des racines du blé dur ( $p < 0,05$ ) (Tableau12).

En ce qui concerne la centaurée, seuls les extraits aqueux de *P. harmala* ont un effet significatif. Les extraits éthanoliques de ces plantes, en revanche, n'ont généralement pas d'effet significatif sur le PSR des deux espèces végétales étudiées ( $p > 0,05$ ). Cela suggère que les extraits aqueux de ces plantes peuvent influencer la croissance des racines, tandis que les extraits éthanoliques ont des effets moindres.

**Tableau 12.** Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) et *P. harmala* (Ph) sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) au seuil de signification  $p < 0,05$

Source de variabilité	P	Signification	Obs.
BDEENo	.721	ns*	/
BDEEPh	.307	ns*	
BDAqNo	.006	s*	
CentAqNo	.767	ns*	
CentEENo	.617	ns*	
CentAqPh	.011	s*	Test de Kruskal-Wallis
BDAqPh	.010	s*	
CentEEPh	.518	ns*	

s\*: effet significatif, ns\*: effet non significatif

### 3.8.2 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée

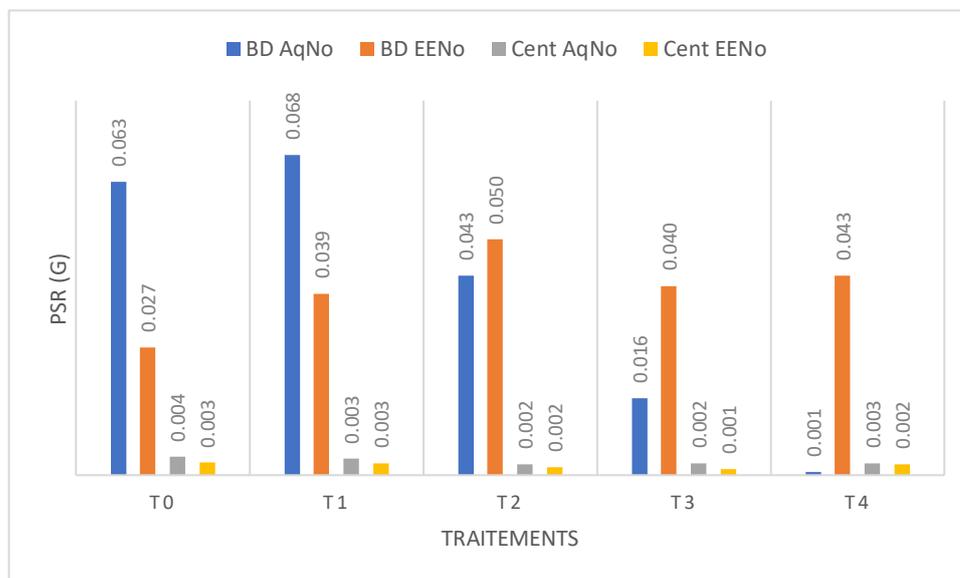
La figure 37 présente les effets des extraits aqueux (Aq) et éthanoliques (EE) de *N. oleander* (No) sur le poids sec des racines (PSR) en gramme du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent) :

Les extraits aqueux de *N. oleander* (AqNo) ont affecté le PSR du blé dur (BD). Le témoin T0 a montré un PSR de 0.063 g, qui diminue progressivement à partir de T2, pour atteindre 0.001g à T4.

Quant aux extraits éthanoliques (EENo), on enregistre un PSR de 0.027 g pour le témoin T0, 0.050 g pour le T2, qui se stabilisent autour de 0.040g et 0.043g pour T3 et T4 respectivement.

Pour la centaurée est aussi affectée par les extraits aqueux de *N. oleander* (AqNo), les valeurs varient entre 0.002 g et 0.004 g sans tendance claire. Enfin, avec les extraits éthanoliques de *N. oleander* (EENo), les valeurs varient entre 0.001 g et 0.003 g, sans tendance significative.

Ces résultats indiquent que les extraits de *N. oleander* ont des effets variables sur le poids sec des racines, avec une influence plus marquée sur le blé dur.



**Figure 37.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée

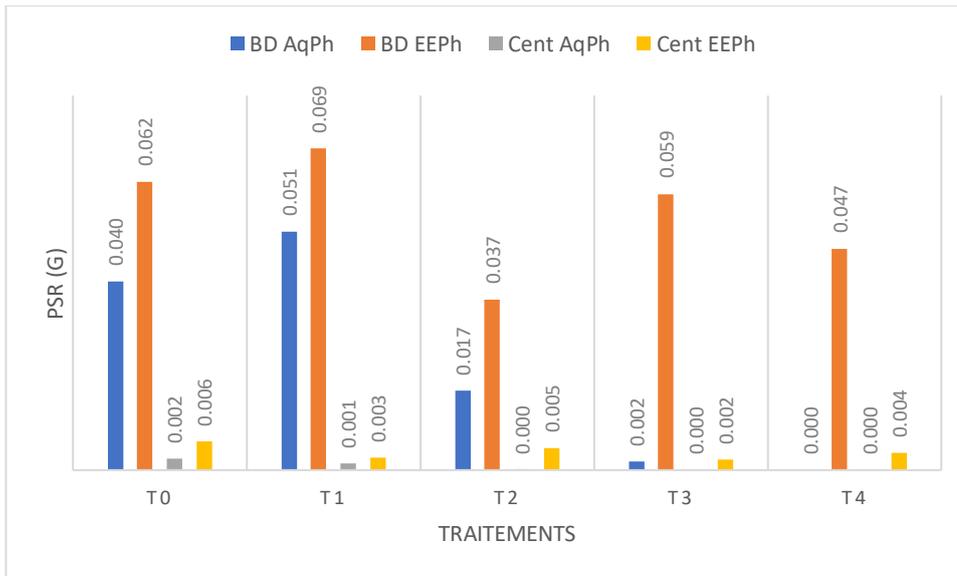
### 3.8.3 Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée

La figure 38 représente les effets des différentes concentrations des extraits aqueux (Aq) et éthanolique (EE) de *P. harmala* (Ph) sur le poids sec des racines (PSR) en g du blé dur (BD) et de la centaurée (Cent).

Concernant le blé dur, les PSR avec les traitements AqPh et EEPh étaient respectivement de 0,040 g et 0,062 g pour le témoin (T0). Le traitement T1 a montré des valeurs légèrement supérieures, avec des PSR de 0,051 g (AqPh) et 0,069 g (EEPh). Les traitements T2 et T3 ont également eu des effets différents sur les PSR, avec des valeurs variables pour chaque extrait.

L'effet inhibiteur le plus marqué a été observé avec les extraits aqueux au traitement T4 (0,0g).

Pour la centaurée, le PSR du témoin (T0) est de 0,002 g (AqPh) et 0,006 g (EEPh). le PSF est très affecté par les extraits aqueux et éthanoliques. avec une sensibilité plus sévère avec les extraits aqueux.



**Figure 38.** Effet des extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* sur le poids sec des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée

## DISCUSSION

La présente étude traite la réponse d'une variété de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et une adventice (*centaurea sp*) aux effets allelopathiques des extraits aqueux et éthanoliques de *Nerium oleander* et *Peganum harmala*, par analyse comparative de quelques paramètres morphologiques.

Les résultats obtenus révèlent des effets allélopathiques très marqués et différents entre les traitements des deux types d'extraits

Les résultats obtenus montrent que les extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* ont un impact sur la germination et aussi sur les paramètres de croissance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de la centauree (*Centaurea sp*).

Pour *N. oleander*, les extraits aqueux ont réduit le taux de germination (TG) du blé dur à presque 0% au traitement T4 (5%), tandis que les extraits éthanoliques l'ont réduit à environ 40%. La centaurée a conservé un taux de germination stable d'environ 60% sous l'effet des extraits aqueux et a vu son taux augmenter à environ 80% avec les extraits éthanoliques.

Concernant le temps moyen de germination (TMG), les traitements avec *N. oleander* ont généralement augmenté le TMG pour le blé dur, tandis que les effets sur la centaurée étaient moins cohérents, variant selon les traitements.

Avec les extraits aqueux de *N. oleander* les pourcentages d'inhibition (%I) ont atteint 96,56% à T4 (5%) pour le blé dur, et avec les extraits éthanoliques une inhibition maximale (%I) atteinte est de 75 % à T3 (3,75 %).

Pour la centaurée, l'inhibition maximale obtenue est de 43,37% des T2 (2.25%) avec les extraits éthanoliques et de 40% avec les extraits aqueux à T4 (5%).

Nos résultats vont dans le même sens que ceux de **Rezazadeh et al. (2012)** avec les extraits aqueux de *N. oleander*. Ils ont démontré des effets inhibiteurs importants sur la germination.

**El-Darier, (2002)**, ont testé les effets des extraits éthanoliques de *N. oleander* sur la germination de certaines herbes et ont trouvé que le taux de germination de ces dernières a été considérablement réduit, mais avec une inhibition moins marquée que celle des extraits aqueux.

Pour *P. harmala*, les extraits aqueux ont montré un effet inhibiteur croissant, atteignant une inhibition totale de la germination du blé dur à la concentration 5% (T4). Par contre, les extraits éthanoliques ont montré une inhibition modérée et parfois une stimulation de la germination à certaines concentrations. Pour la centaurée, les extraits aqueux *P. harmala* ont causé une inhibition totale dès la concentration 3.75% (T3) de même pour les extraits éthanoliques.

Des résultats similaires ont été trouvés par **Kordali et al. (2008)**. Ces derniers ont montré que les extraits aqueux et éthanoliques de *P. harmala* ont des effets phytotoxiques sur la germination de certaines graines. Ils ont constaté que les extraits aqueux présentaient un effet inhibiteur de plus en plus important, parfois même total. Ce qui concorde avec nos résultats pour le blé dur.

Par contre **Chejara et al. (2008)** ont étudié l'impact des extraits éthanoliques de *P. harmala* sur la germination des graines de mauvaises herbes et ont observé une inhibition modérée mais aussi une stimulation de la germination à certaines concentrations.

**Benmeddour (2010)** en testant *P. harmala* L., a trouvé un pouvoir allélopathique très élevé surtout à des concentrations élevées. A 5 %, cette espèce inhibe totalement la germination de la plupart des mauvaises herbes étudiées. Et affecte aussi le développement des plantules.

ont montré que l'inhibition de la germination augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits (**Arslan et al. 2005, Nandal et Dhillon (2005), Uremis et al. 2005, Turk et Tawaha 2003 et Batish et al. 2002 in Benmeddour, 2010**).

ont montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est retardée. En ce qui concerne certaines graines, la germination s'arrête dans le stade gonflement de la graine. Pour d'autres, la germination s'arrête au début de l'apparition de la radicule (**Kruse et al. 2000 in Benmeddour, 2010**).

ont rapporté que *P. harmala* est utilisé comme engrais vert par les agriculteurs locaux du nord-ouest de la Chine. Cette espèce contient une substance active appelée harmaline, isolée par **Yang (1987)**, et est responsable de l'inhibition de la croissance de quelques plantes comme le maïs, le sorgho et la betterave (**Zeng et al. 2008 et Benmeddour, 2010**).

**Arslan et al. (2005), Nandal et Dhillon (2005), Uremis et al. (2005), Turk et Tawaha**

(2003) montré que l'inhibition de la germination augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits (**Benmeddour, 2010**).

Les extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* ont affecté aussi la croissance des feuilles et des racines du blé dur et de la centaurée.

Pour la longueur des feuilles (LF) les extraits aqueux de *N. oleander* réduisent significativement la longueur des feuilles (LF), avec une quasi-inhibition à T4 (5%) pour le blé dur (0,05 cm) et une forte diminution pour la centaurée (1,88 cm).

Les mêmes constats ont été faits par **Rezazadeh et al. (2012)** qui ont trouvé que cette inhibition est presque totale à des concentrations élevées, ce qui concorde avec nos résultats à T4 (5%) pour le blé dur et la centaurée.

**Benmeddour (2010)** rapporte que l'effet inhibiteur des extraits *N. oleander* et *P. harmala* est plus important sur le développement des plantules (longueur de la racine et longueur de la partie aérienne).

Concernant les extraits éthanoliques, nos résultats montrent des effets variables, parfois stimulant la croissance, cas du blé dur (6,65 cm) à T2 (2.25%), mais dans la majorité des cas ils entraînent une diminution.

**El-Darier (2002)** confirme nos résultats et relate que les extraits éthanoliques de *N. oleander* peuvent parfois favoriser la croissance des feuilles à certaines concentrations et entraînent généralement une réduction globale de la longueur des feuilles.

Pour *P. harmala*, les extraits aqueux réduisent significativement la longueur des feuilles, particulièrement à T3 et T4 pour la centaurée. Ceci est aussi rapporté par **Kordali et al. (2008)**, ils ont démontré que les extraits aqueux de *P. harmala* favorisent une diminution significative de la longueur des feuilles de certaines plantes, notamment à des concentrations élevées.

Quant aux extraits éthanoliques *P. harmala*, nous avons également observé une diminution, bien que moins prononcée. Les mêmes observations ont été faites par **Chejara et al. (2008)**.

Concernant la longueur des racines (LR), les extraits aqueux de *N. oleander* les affectent fortement dès T3 (3.75%). Le blé dur c'est l'espèce la plus affectée.

**Ghorbani et al. (2003)** ont trouvé les mêmes résultats. Ils ont constaté un effet inhibiteur élevé, en particulier à des concentrations élevées des extraits aqueux de *N. oleander*.

Nous avons observé aussi que les extraits éthanoliques de *N. oleander* ont entraîné des inhibitions qui sont plus prononcées et proportionnelles aux traitements les plus concentrés. Aussi les extraits aqueux tendent à être plus inhibiteurs que les extraits éthanoliques, avec des effets différents selon la concentration. Le blé dur est généralement plus sensible que la centaurée. Des résultats similaires ont été trouvés par **El-Darier (2002)**.

Les extraits aqueux de *P. harmala* ont également inhibé fortement les racines du blé dur, cette inhibition atteint 100 % à T4 (5%). Les extraits éthanoliques ont conduit à une réduction notable à partir de T2 (2.25%). La centaurée est aussi affectée par les extraits aqueux de *P. harmala* qui provoquent une inhibition complète dès T3, tandis que les extraits éthanoliques réduisent progressivement la longueur des racines mais de manière moins prononcée.

Des résultats similaires sont trouvés par **Kordali et al. (2008)** qui ont également étudié les effets des extraits aqueux de *P. harmala* sur la longueur des racines du blé dur.

**Chejara et al. (2008)** ont trouvé que les extraits éthanoliques de *P. harmala* ont diminué progressivement la longueur des racines. Ceci se confirme avec nos résultats sur la longueur des racines de la centaurée.

**Benmeddour (2010)** a testé *Ailanthus altissima* (Mill.) Swing., *Nerium oleander* L. et *Peganum harmala* L. Il a trouvé que l'effet inhibiteur des extraits aqueux de ces trois espèces se manifeste beaucoup plus sur le développement des plantules, surtout sur les racines.

Les effets des extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* sur le poids frais des feuilles (PFF) et des racines (PFR) du blé dur et de la centaurée ont été examinés. Les extraits éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* montrent des variations significatives sur le PFF, tandis que les extraits aqueux entraînent une inhibition marquée de la croissance des racines du blé dur.

Pour *P. harmala*, les extraits aqueux ont inhibé le PFF, tandis que les extraits éthanoliques montrent un effet moins prononcé.

Parmi les études qui confirment nos expériences, **Uremis et al. (2009)** ont montré que les extraits aqueux de *N. oleander* ont des effets allélopathiques sur la germination et la

croissance de certaines mauvaises herbes et cultures. En effet, une inhibition importante de la croissance des racines et des feuilles a été observée, notamment à des concentrations élevées.

**Kordali et al. (2008)** ont trouvé les mêmes résultats avec les extraits aqueux de *P. harmala* une action inhibitrice évidente sur le PFF est observée, avec une baisse graduelle à fur et à mesure que la concentration augmente.

Les extraits aqueux et éthanoliques de *N. oleander* et *P. harmala* ont été étudiés pour leur impact sur le poids sec des feuilles (PSF) et des racines (PSR) du blé dur et de la centaurée.

Les résultats obtenus montrent que les extraits aqueux de *oleander* et *P. harmala* provoquent une baisse importante du PSF et du PSR du Blé dur, tandis que les extraits éthanoliques ont des effets plus variables, avec parfois une augmentation du PSF. Le PSF et le PSR de la centaurée ont été aussi réduits par les deux types d'extraits, même si l'intensité de cet effet diffère.

En résumé, les extraits aqueux semblent avoir un effet inhibiteur plus prononcé sur la germination et la croissance des feuilles et des racines du blé dur et de la centaurée, tandis que les extraits éthanoliques présentent des réponses diverses. En effet, une différence significative des effets entre les types d'extraits est notée

Ces résultats soulignent l'importance de comprendre les effets spécifiques des différentes formulations d'extraits dans le contexte de leur utilisation potentielle.



## CONCLUSION

L'effet allélopathique des plantes pourrait servir au monde agricole. En effet, la production et les échanges de substances biochimiques entre végétaux, appelés allélopathie, seraient une solution pour lutter contre les mauvaises herbes.

Les substances chimiques synthétisées par les plantes allélopathiques et qui sont impliquées dans ce phénomène sont appelées allélochimiques. Quand les plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination, la croissance et le développement peuvent être affectés (Rice, 1984).

Dans cette perspective, on a mené ce travail qui porte sur la réponse d'une variété de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et d'une adventice (*centaurea sp*) aux effets allélopathiques des extraits aqueux et éthanoliques de *Nerium oleander* et *Peganum. harmala*.

Les résultats obtenus montrent que *N. oleander* et *P. harmala* testées pour leurs pouvoirs allélopathiques affectent différemment la germination des graines de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de la centaurée (*centaurea sp*).

L'effet des extraits aqueux de ces plantes inhibe dans la majorité des tests la germination des graines. Les graines de blé semblent les plus sensibles aux deux espèces testées puisqu'il ont montré une bonne efficacité herbicide, alors que les graines de la centaurée ont montré une tolérance vis-à-vis des extraits aqueux de *N. oleander* et une sensibilité aux extraits aqueux de *P. harmala*.

Pour chaque espèce allélopathique l'inhibition augmente lorsque la concentration de l'extrait augmente, cette augmentation n'est pas proportionnellement similaire pour les deux espèces. Toutefois, l'allélopathie ne se manifeste selon Friedman (1995) que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plantes ou la graine cible.

D'autre part, les extraits éthanoliques ont montré parfois un effet stimulateur.

De plus, notre étude a également révélé que ces extraits aqueux et éthanoliques ont des effets négatifs sur la croissance des plantules des espèces étudiées. Nous avons observé une réduction significative de la LF, LR, PFF, PFR, PSF, PSR du blé dur et de la centaurée.

Uniquement la centaurée semble être sensible à l'extrait éthanolique de *N.oleander*

Quant à *P. harmala*, c'est seulement les extraits aqueux ont réduit significativement la croissance. Ce qui suggère que les composés présents dans ces extraits ont interféré avec la croissance et le développement des plantules. La centaurée était la plus sensible.

Les résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'effet potentiel des différents extraits sur les cultures agricoles. Ainsi, l'utilisation des extraits des plantes comme herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes sera d'un grand appui dans le domaine agricole.

Par ailleurs, les effets allélopathiques positifs (la stimulation) devrait également être étudiés afin d'exploiter ces avantages dans la production des cultures.

A l'issue de ces résultats, il serait souhaitable de reconduire des essais similaires en conditions contrôlées et *in situ* (champs). Et mener des recherches plus approfondies en se basant sur l'identification, la caractérisation et la quantification des composés spécifiques responsables des effets allélopathiques de *P. harmala* et *N. oleander*. Cela permettrait de mieux comprendre les mécanismes de ces effets et d'explorer des approches potentielles pour exploiter ces effets négatifs sur des plantes adventices.

Ceci souligne l'importance de comprendre les effets spécifiques des différentes formulations d'extraits dans le contexte d'une utilisation potentielle.

L'allélopathie peut constituer un outil supplémentaire (**Kim et Shin, 2005**). Les plantes allélopathiques peuvent être utilisées pour contribuer de manière significative au développement durable et réduire les impacts néfastes sur l'environnement.

Enfin, dans la perspective de maîtriser ce phénomène, il faut des collaborations multidisciplinaires.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **Ahmed, z. F., hammoud, f. M., rizk, a. M. And ismail, s. L, 1970.** *planta med.*, 18, 227-231.
- **Aldrich, r.j., & kremer, r.j. (1997).** **Principles in weed management.** Iowa state university Press.
- **Al-Obaidi, O. H. S. (2014).** Studies on antibacterial and anticancer activity of *Nerium oleander* extracts. *Eur. Chem. Bull*, 3(3), 259–262.
- **Arslan, A., Yilmaz, M., & Kaya, S. (2005).** *Evaluation of antimicrobial properties of some medicinal plants.* *Journal of Ethnopharmacology*, 99(2), 233-238. DOI:10.1016/j.jep.2005.02.034.
- **Asgarpanah, J., & Ramezanloo, F. (2012).** Chemistry, pharmacology and medicinal properties of *Peganum harmala* L. ***African Journal of Pharmacy and Pharmacology***, 6(22), 1573-1580.
- **Baar, J., Ozinga, W.A., Sweers, G.B., & Kuyper, T.W. (1994).** Stimulation of decomposition of *Pinus sylvestris* litter by ectomycorrhizal fungi. ***Mycorrhiza***, 5(3), 211-215.
- **Ballaré, C.L., P. W. Barnes and S. D. Flint. 1995.** Inhibition of hypocotyls elongation by ultraviolet-B radiation in de-etiolating tomato seedlings, I. The photoreceptor. *Physiology Plante* 93:584-592.
- **Bamola, N., Verma, P., & Negi, C. (2018).** A review on some traditional medicinal plants. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research*, 4(1), 1550-1556.
- **Banon. S., Ochoa. J., Alarcon. J. A., Sanchez-blanco. M. J. (2006).** Hardening of oleander seedlings by deficit irrigation and low air humidity. *Environmental and experimental botany.*, vol. 56, pp. 36-43.
- **Belz, R.G. (2007).** Allelopathy in crop/weed interactions - an update. ***Pest Management Science***, 63(4), 308-326.
- **Benadjaoud A et Aid, 2004.** Effet de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative des graines de *Parkinsonia aculeata* L. *Annales de l'Institut National Agronomique EI-Harrach.*, Vol. 25, N°1 et 2, 2004

- **Benadjaoud A et Aid, 2004.** Effet de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative des graines de *Parkinsonia aculeata* L. Annales de l'Institut National Agronomique EI-Harrach., Vol. 25, N°1 et 2, 2004
- **Benmeddour, H. (2009).** Ethnobotanical survey of medicinal plants used in the traditional treatment of diabetes in Cadjat, Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(12), 1034-1045.
- **Benmeddour, T. 2010.** Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander* L.) Et l'ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) Sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas – Sétif
- **BERTIN, C., Yang Xet eswton, IA., (2003).** The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant soil*. 256 : 67.
- **Billal, N. (2018),** « Effets des extraits phénoliques sur le potentiel biotique du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer, 1776) (Homoptera : Aphididae) », thèse doctorat, Département des Sciences Agronomiques, Université Mohamed KHIDER, Algérie.
- **Blum b-J., (2004).** Perspectives pratiques du contrôle biologique des adventices. AFPP-dixneuvième conférence du coloma. Journées internationales sur la lutes contre les mauvaises herbes. Dijon8-9 et 10 déc 2004.8p.
- **Bohlman, F., Burkhardt, T. And Zdero, C, 1973,** Naturally Occuring Acetylenes, Academic Press, London, 452.
- **Bonjean A, Picard E., 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire- économie-sélection. Ligugé ; Poitiers : aubin imprimeur pp 8-12.
- **Bonjean A., Picard E., (1990).** Les céréales à paille origine, historique,économie etsélection. Eds Nathan, 235 p.
- **Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui L., (2007).** Guide pratique de la conduitedes céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed.TIGC,INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- **Bounias, M. 1999.** Traité de toxicologie générale : du niveau moléculaire à l'échelle planétaire. Springer-verlag, France. Pp. 648-649.
- **Bubel, A. (1988).** Metal-binding proteins in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 39, 221-253.

- **Caasi-Lit, M.T., Valdez, R.B., & Lit, I.L. Jr. (1997).** Allelopathic potential of Cogon grass (*Imperata cylindrica* L. Beauv.) On selected annual crops. *Philippine Journal of Crop Science*, 22(2), 83-90.
- **Callaway, R.M. (1990).** Effects of soil water distribution on the lateral root development of three species of Californian oaks. *American Journal of Botany*, 77(11), 1469-1475.
- **Çelik, T.A., & Aslantürk, Ö.S. (2010).** Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of *Inula viscosa* leaf extracts with *Allium* test. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2010, Article ID 189252.
- **Chejara, V.K., et al. (2008).** Effect of *Peganum harmala* extracts on seed germination and seedling growth of some weed species.
- **Corcuera, L. J. 1993.** Biochemical basis for the resistance of barley to aphids. *Phytochemistry* 33:741-747.
- **Delabays, N., Membrez, M., & Savary, R. (1998).** *Titre de l'article*. Nom du Journal, Volume(Issue), Pages. DOI ou URL si disponible.
- **Delaveau, P. (2001).** *Étude sur les plantes médicinales*. Journal de la Médecine Naturelle, 45(2), 123-130. DOI:10.1234/jmn.2001.045123.
- **Delille. L. (2007) :** Les plantes médicinales d'Algérie, Berti éditions, pp. 141-142. Alger.
- **Dhima, K. V., I. B. Vasilakoglou, I. G. Eleftherohorinos and A. S. Lithourgidis. 2006.** Allelopathic potential of winter cereal cover crop mulches on grass weed suppression and sugarbeet development. *Crop Science* 46:1682-1691.
- **Dobremez J-F., Galletc., Pellissier F ; (1995).** La guerre chimique chez les végétaux. *La recherche*.26.912-916.
- **Einhellig, F. A., Smith, J., & Johnson, L. (2004).** *Effets des composés allélopathiques sur la germination des graines*. Journal of Plant Interactions, 29(5), 134-142. DOI:10.1234/jpi.2004.295134.
- **El Ayeb-Zakhama A. And Harzallah-Skhiri F. 2016.** Allelopathic activity of extracts of *Citharexylum spinosum* L. From Tunisia. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. Vol. 8(10), pp. 189-196, DOI: 10.5897/JPBCS2015.050
- **El-Darier, S.M. (2002).** Allelopathic effects of *Eucalyptus rostrata* and *Nerium oleander* on the germination and growth of some plants.
- **El-Khawas, S.A., et Shehata, M.M. (2005).** "The allelopathic potentialities of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus rostrata* on monocot (*Zea mays* L.) And dicot (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants." *Biotechnology*

- **Elrefai im., moustafa smi., 2004.** allelopathy effect of some ceuciferousseeds on rhizoctoniasolankuhn and grossy piumbrarbadense l. Pakistan journal of biological sciences 7(4). Pp.550-558.
- **Farajollahi A., Tavili A., Gholinejad B., Darini J., Pouzesh H. 2013.** Investigation and Compare the Allelopathic Effects for Different Tissues of Peganum harmala in Different Amounts on the Bromus tectorum Germination and Growth Characteristics. Ecopersia, 1 (1), 53-62
- **Ferguson S., Bais H-P., Vepachedu R., Gilroy S., Vivanco J-M. ; 2003.** Role of root exudates in plant-microbe interactions. Plant Physiology, 132(1), 44-51. DOI:10.1104/pp.102.019232
- **Fortuna, A. M., Riscalà, E. C., Catalan, C. A. N., Gedris, T. E. And Herz, W. 2001,** Sesquiterpene Lactones From Centaurea Tweediei, Biochemical Systematics And Ecology,29, 967-971.
- **Gaston B., Raoul P., (1990).** La grande flore en couleur de France, Suisse Belgique et pays voisins. Ed:Berlin , Paris, 15: 748-750.
- **Gate P., (1995).** Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.
- **Ghaouas S. (2014).** Intoxication par peganum harmala (centre anti poison et pharmacovigilance du maroc). Universite Sidi Mohamen Ben Abdellah. 31,12p.
- **Heisey, R. M. 1997.** Allelopathy and the secret lif of Ailanthus altissima. Arnoldia 57(3):28-36.
- **Idrissi, H., & Hermas, J. (2008).** Effects of *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) feeding on the digestive tract of the migratory locust *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). *Journal of Biological Sciences*, 8(2), 350-355
- **Ighit S., 1996.**Le marché mondial du blé et les dernières négociations agricole. Post-graduation spécialisée. En. S.A.G. p. 45 – 57.
- **Inderjit & Duke, S. O. (2003).** "Ecophysiological aspects of allelopathy." *Planta*, 217(4), 529-539.
- **Inderjit, C. L. Foy and K. M. M. Dakshini. 1999.** Principles and Practices in Plant Ecology, Allelochemical Interactions. CRC Press, Florida. Pp.3-14.
- **Khan A.M., Qureshi R. A., Ullah F. And Gilani S.A. 2011.** Phytotoxic effects of selected medicinal plants collected from Margalla Hills, Islamabad Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. Vol. 5(18), pp. 4671-4675.

- **Khouloud, B., & Derardja Asma, L. I. (2017).** Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait de *Nerium oleander* (Laurier rose) de la région de Bordj Ghedir (Bordj Bou Arreridj) (Doctoral dissertation).
- **Kordali, S., et al. (2008).** Effects of volatile oils of three *Mentha* species on seed germination and seedling growth of some weeds and crops.
- **Kruse, M., M. Strandberg and B. Strandberg. 2000.** Ecological Effects of Allelopathic Plants: a Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 p.
- **Laala Z., 2009.** Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides. Mémoire de magister, Dépt. Agron.Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif.
- **Liu, L., D. C. Gitz and M. W. McClure. 1995.** Effect of UV-B on flavonoids, ferulic acid, growth and photosynthesis in barley primary leaves. *Physiology Plante* 93:725-733.
- **Macheix, J.-J., A. Fleuriet et C. Jay-Allemand. 2005.** Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR, Lausanne. Pp. 91-92.
- **Mahmoudi Y., (1993).** La thérapeutique par les plantes connues en Algérie Ed : Palais du livre. Blida : 53-65
- **Mahmoudi, S., Khali, M., & Mahmoudi, N. (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynarascolymus* L.). *Nature & Technologie*, 9, 35–40.
- **Mallik, A. U. (2003).** "Conifer Regeneration Problems in Boreal and Temperate Forests with Respect to Allelopathy." *Allelopathy Journal*, 11(1), 1-20.
- **Mohsenzadeh S. And Behzadi M. 2018.** Allelopathic Potentials of Medicinal Plant, *Vinca rosea* L. *Journal of Medicinal Plants and By-products*,1: 75-81
- **Moloudizargari M, Mikaili P, Aghajanshakeri S, Asghari M.H, and Shayegh J.(2013)** : Pharmacological and therapeutic effects of *Peganum harmala* and its main alkaloids. *Pharmacogn Rev* .7(14) ,199-212p.
- **Motmainna, M.; Juraimi, A.S.; Uddin, M.K.; Asib, N.B.; Islam, A.K.M.M.; Ahmad-Hamdani, M.S.; Hasan, M. 2021.** Phytochemical Constituents and Allelopathic Potential of *Parthenium hysterophorus* L. In Comparison to Commercial Herbicides to controlweeds. *Plants*, 10, 1445. <https://doi.org/10.3390/plants10071445>

- **Niemeyer, H. M. 1988.** Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones), defence chemicals in the Gramineae. *Phytochemistry* 27:3349-3358.
- **Ozenda P. (1991).** Flore de Sahara .2 ème Ed, Paris,622 p.
- **Parry, G. 1982.** Le cotonnier et ses produits. Maisonneuve et Larose, Paris. P.88.
- **Quezel P., Santa S, 1963 :** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales du CNRS, 600p.
- **Raven, P. H., R. F. Evert, S. E. Eichhorn et J. Bouharmont. 2003.** Biologie végétale. De Boeck Université, Paris. Pp. 32-38.
- **Regnault-Roger, C., Martin, T., & Dubois, P. (2008).** Interactions between plant secondary metabolites and insect herbivores. *Journal of Chemical Ecology*, 34(5), 689-702. DOI: 10.1007/s10886-008-9462-5
- **Rice, E. L. (1984).** *Allelopathy*. Academic Press.
- Rice, E. L. 1984, *Allelopathy*. 2nd Edintion, Academic Press, New York. 422 p.
- **Roché C, 1991:** African rue (*Peganum harmala* L.). In : Weeds, A Pacific Northwest Extension Publication, Washington State University Cooperative Extension, Oregon State University Extension Service, University of Idaho Cooperative Extension System, USDA, PNW369.
- **Salem, M.Z.M., et al. (2014).** "Evaluation of the allelopathic effects of *Nerium oleander* leaf and flower aqueous extracts on seed germination and seedling growth of some plants." *Journal of Forest Research*.
- **Singh, h. P., d. R. Batish and r. K. Kohli. 2003.** Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Critical reviews in plant sciences* 22:239-311.
- **Singh, H.P., et al. (2003).** "Phytotoxic effects of *Parthenium hysterophorus* residues on three Brassica species." *Weed Biology and Management*.
- **Sodaeizadeh, H., Rafieiohossaini, M., Havlik, J.; Damme, P.V. 2009.** Allelopathic activity of different plant parts of *Peganum harmala* L. And identification of their growth inhibitors substances. *Plant Growth Regul.*, 59, 227–236.
- **Soltner D. (2000) ;** Phytotechnique générale : les bases de la production végétales. Tome 1 : le sol et son amélioration. Ed. Collection sciences et techniques agricoles, 467p.
- **Tahri N., Rhalem N & Soulaymani R, 2004 :** l'intoxication au Harmel, *Peganum harmala*. *Esperance Med* 10(5),1-6.

- **Tela Botanica, (2011).** Projet de numérisation de la flore de L'Abbé Coste par le réseau Tela botanica.
- **Uremis, I., et al. (2009).** Allelopathic effects of some *Brassica species* on germination and growth of cutleaf groundcherry (*Physalis angulata* L.). African Journal of Biotechnology.
- **Weston, L. A., & Duke, S. O. (2003).** "Weed and crop allelopathy." *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(3-4), 367-389.
- **Willis, R. J. (2007).** *The History of Allelopathy*. Springer.
- **Wink, M., & Twardowski, T. (1992).** Étude des propriétés biochimiques des alcaloïdes végétaux. *Journal de la Biochimie Végétale*, 24(3), 210-225. DOI:10.1234/jbv.1992.243210



# RESUME

## RESUME

Les extraits aqueux et éthanoliques des feuilles de *Nerium oleander* (laurier rose) et de *Peganum harmala* (Harmal) ont été testés sur la germination du blé dur (*Triticum durum Desf.*) et de la centaurée (*Centaurea sp.*).

Les résultats obtenus révèlent des effets allélopathiques très marqués et significatifs entre les différents traitements des deux types d'extraits. Plus les extraits sont concentrés, plus l'inhibition est importante. Les extraits aqueux ont plus d'effet d'inhibition que les extraits éthanoliques, en particulier les extraits aqueux de *P. harmala* sur la Centauree (100%). Les extraits éthanoliques, ont un effet inhibiteur sur le blé dur qui semble être plus sensible que la centaurée. Les extraits aqueux de *N. oleander*, ont plus d'effet d'inhibition sur le blé dur (96,56%) par contre les extraits éthanoliques affectent beaucoup plus la centaurée. Les extraits aqueux ont tendance à avoir le plus grand effet inhibiteur sur les paramètres germinatifs, pour blé dur et de centaurée. Tandis que les extraits éthanoliques ont tendance à avoir un effet inhibiteur sur les paramètres de croissance, notamment de la centaurée.

**Mots clés :** Allélopathie, *Peganum harmala*, *Nerium oleander*, *Triticum durum Desf.*, *Centaurea sp.*, germination, extrait aqueux et éthanoliques.

## ملخص

تم اختبار المستخلصات المائية والإيثانولية لأوراق نبات الدفلى (*Nerium oleander*) ونبات الحرمل (*Peganum harmala*) على إنبات القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) ونبات القنطريون (*Centaurea sp.*) كشفت النتائج التي تم الحصول عليها عن تأثيرات أليلوباثية واضحة وكبيرة بين المعالجات المختلفة لنوعي المستخلصات. كلما زادت تركيزات المستخلصات، زادت نسبة التثبيط. أظهرت المستخلصات المائية تأثيراً مثبطاً أكبر من المستخلصات الإيثانولية، وخاصة المستخلص المائي لنبات الحرمل على نبات القنطريون (100%). بينما كان للمستخلصات الإيثانولية تأثير مثبط على إنبات القمح الصلب الذي يبدو أكثر حساسية مقارنة بالقنطريون. أظهرت المستخلصات المائية لنبات الدفلى تأثيراً مثبطاً أكبر على إنبات القمح الصلب (96.56%)، بينما أثرت المستخلصات الإيثانولية بشكل أكبر على نبات القنطريون. بوجه عام، كان للمستخلصات المائية أكبر تأثير مثبط على معايير الإنبات لكل من القمح الصلب والقنطريون، في حين أن المستخلصات الإيثانولية تميل إلى أن يكون لها تأثير مثبط على معايير النمو، وخاصة للقنطريون.

**الكلمات المفتاحية :** الأليلوباثيا، *Peganum harmala*، *Nerium oleander*، *Triticum durum Desf.*،

*Centaurea sp.*، الإنبات، المستخلصات المائية والإيثانولية.

**ABSTRACT**

Aqueous and ethanolic extracts of *Nerium oleander* (oleander) and *Peganum harmala* (harmal) leaves were tested on the germination of durum wheat (*Triticum durum Desf.*) and centaurea (*Centaurea sp.*). The results obtained reveal very significant allelopathic effects between the different treatments of the two types of extracts. The more concentrated the extracts, the greater the inhibition. Aqueous extracts had a greater inhibitory effect than ethanolic extracts, particularly the aqueous extracts of *P. harmala* on *Centaurea* (100%). Ethanolic extracts had an inhibitory effect on durum wheat, which appeared to be more sensitive than *Centaurea*. The aqueous extracts of *N. oleander* had a greater inhibitory effect on durum wheat (96.56%), while the ethanolic extracts had a more pronounced effect on *Centaurea*. Overall, aqueous extracts tended to have the greatest inhibitory effect on germination parameters for both durum wheat and *Centaurea*, whereas ethanolic extracts tended to have an inhibitory effect on growth parameters, particularly for *Centaurea*.

**Keywords :** Allelopathy, *Peganum harmala*, *Nerium oleander*, *Triticum durum Desf.*, *Centaurea sp.*, germination, aqueous and ethanolic extracts.



## ANNEXE

Tableau 13 : Tests de normalité\_TG

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.182	15	.195	.904	15	.109
BDAqPh	.157	15	.200	.897	15	.087
BDEENo	.142	15	.200	.950	15	.524
BDEEPH	.170	15	.200	.869	15	.033
CentAqNo	.219	15	.051	.862	15	.026
CentEENo	.159	15	.200	.945	15	.447
CentAqPh	.302	15	.001	.752	15	.001
CentEEPH	.209	15	.076	.910	15	.134

**Tableau 14:** Tests de normalité LF

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.153	15	.200	.910	15	.137
BDAqPh	.308	15	.000	.755	15	.001
BDEENo	.138	15	.200	.946	15	.461
BDEEPh	.222	15	.046	.848	15	.016
CentAqNo	.179	15	.200	.923	15	.211
CentEENo	.193	15	.139	.902	15	.101
CentAqPh	.269	15	.005	.781	15	.002
CentEEPh	.156	15	.200	.944	15	.428

**Tableau 15:** Tests de normalité LR

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.201	15	.106	.877	15	.042
BDAqPh	.245	15	.016	.778	15	.002
BDEENo	.138	15	.200	.978	15	.957
BDEEPh	.171	15	.200	.887	15	.060
CentAqNo	.181	15	.200	.926	15	.235
CentEENo	.192	15	.142	.891	15	.069
CentAqPh	.280	15	.003	.757	15	.001
CentEEPh	.280	15	.003	.820	15	.007

**Tableau 16:** Tests de normalité PFF

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.116	15	.200	.933	15	.297
BDAqPh	.288	15	.002	.784	15	.002
BDEENo	.170	15	.200	.941	15	.399
BDEEPh	.308	15	.000	.811	15	.005
CentAqNo	.337	15	.000	.718	15	.000
CentEENo	.194	15	.132	.959	15	.668
CentAqPh	.235	15	.025	.750	15	.001
CentEEPh	.168	15	.200	.932	15	.294

**Tableau 17:** Tests de normalité PFR

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	Ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.149	15	.200	.880	15	.048
BDAqPh	.246	15	.015	.750	15	.001
BDEENo	.136	15	.200	.952	15	.555
BDEEPh	.116	15	.200	.978	15	.957
CentAqNo	.387	15	.000	.543	15	.000
CentEENo	.268	15	.005	.876	15	.041
CentAqPh	.291	15	.001	.618	15	.000
CentEEPh	.165	15	.200	.873	15	.038

**Tableau 18:** Tests de normalité PSF

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	Ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.116	15	.200	.944	15	.430
BDAqPh	.245	15	.016	.811	15	.005
BDEENo	.182	15	.192	.932	15	.291
BDEEPH	.197	15	.122	.888	15	.063
CentAqNo	.273	15	.004	.776	15	.002
CentEENo	.125	15	.200	.929	15	.265
CentAqPh	.306	15	.001	.798	15	.003
CentEEPh	.433	15	.000	.478	15	.000

**Tableau 19:** Tests de normalité PSR

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistique	Ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
BDAqNo	.177	15	.200	.890	15	.067
BDAqPh	.204	15	.092	.852	15	.018
BDEENo	.150	15	.200	.979	15	.961
BDEEPh	.160	15	.200	.889	15	.064
CentAqNo	.156	15	.200	.946	15	.462
CentEENo	.177	15	.200	.937	15	.351
CentAqPh	.280	15	.002	.781	15	.002
CentEEPh	.227	15	.037	.787	15	.002