



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



Université Amar Téliidji - Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : BENCHAA Meroua

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

**Étude des effets de *Peganum harmala* L.
sur la germination et la croissance de
quelques espèces céréalières.**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
MARFOUA Meriem	Président	MCA
OUAISSA Nadjat	Examineur	MAA
SARIDI Abdelkader	Encadreur	MCB

Promotion : Juin 2024

Dédicaces

*Louange à dieu qui m'a donné la force et la patience pour atteindre ce
niveau de connaissance ;*

*Merci à dieu qui a rendu ma famille fière de moi Avec tout mon amour
éternel et avec l'intensité de mes émotions je dédie ce travail :*

*A mon très cher père, qui m'a supporté, aidé, encouragé et m'a donné la
force, mon grand exemple et le secret de ma réussite;*

*A Ma mère source d'amour et de tendresse l'exemple de
Patience et sacrifice, raison de mon existence et le support de ma vie ;*

Aux personnes qui m'ont énormément aidée et encouragée :

A mes très chères sœurs : Kawther, Fatima, Safa;

A mon unique et très cher frère .;

A Toutes mes amies ;

*A Toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou
indirectement, à la réalisation de ce travail ;*

A tous ceux qui aiment la science ;

MEROUA BEN.

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné le privilège, la santé et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance.

Mes vifs remerciements s'adressent à mon encadreur monsieur le Professeur « SARIDI Abdelkader », qui a fait preuve

D'une grande volonté en assurant l'encadrement de ce travail en dépit de son temps fort chargé et de ses multiples occupations.

Je tiens à remercier aussi vivement les membres de jury pour

Avoir examinés et évalués ce travail.

Je remercie beaucoup les deux personnes qui m'ont toujours

Soutenu, encouragé et n'ont jamais cessé de tout me donner durant toute ma vie: mes chers parents, que "DIEU" me les préserve et leur donne la bonne santé.

MEROUA BEN.

Etude des effets de *Peganum harmala* L. sur la germination et la croissance de quelques espèces céréalières.

Résumé

Notre travail relève du cadre de l'étude des effets de l'extrait et de la poudre des feuilles du Harmel sur la germination et la croissance de cinq espèces céréalières, afin de l'utiliser comme bio-herbicide ou bio-insecticide.

Notre expérience vise à étudier l'influence des composants chimiques du Harmel, ajouté au substrat sous deux formes, la poudre ou d'extrait des feuilles, en différentes doses : 0 ; 0.5 ; 1 ; 1.5 et 2% pour la poudre, et 0 ; 1 ; 3 et 5 ml pour l'extrait, ainsi que la pulvérisation de l'extrait sur les plantules à trois doses : 0%, 50% (extrait dilué) et 100% (extrait concentré). Ces modes ont été testés sur cinq espèces de céréales : le blé, l'orge, l'avoine, le sorgho et le maïs. En mesurant le taux de germination, la longueur de radicule et la croissance des plantules.

Les résultats obtenus ont montré la présence des effets allélopathiques du Harmel, quel que soit la forme d'utilisation (poudre ou extrait), ses effets accroissent progressivement avec les doses appliquées. De plus, il apparaît que l'effet d'extrait est plus important que la poudre., nos résultats indiquent que le maïs, l'avoine et le sorgho, sont les plus sensibles, dont leur germination est complètement nulle à 5ml, tandis qu'est égale à 20% et 16,66% chez l'orge et le blé respectivement. Également, la croissance des plantules de sorgho et de maïs sont perturbé sous la pulvérisation d'un extrait diluée (50%), alors que l'avoine obit à l'effets de l'extrait concentré (100%).

Ces résultats nous permettent de conclure, que l'utilisation de l'extrait ou la poudre du Harmel, sur les cultures céréalières est possible mais avec prudence, en tenant compte de l'espèce cultivée et la dose appliquée.

Mots clés : *Peganum harmala* L., céréales, germination, croissance, extrait, poudre, allélopathique.

دراسة تأثيرات *Peganum harmala* L. على إنبات و نمو بعض أنواع الحبوب

الملخص

يُدرج عملنا في إطار دراسة تأثير مستخلص ومسحوق أوراق الحرمل على إنبات ونمو خمسة أنواع من الحبوب، من أجل استخدامه كمبيد أعشاب حيوي أو مبيد حشري حيوي.

تهدف تجربتنا إلى دراسة تأثير المكونات الكيميائية للحرمل المضافة إلى الركيزة على شكلين، مسحوق أو مستخلص الأوراق، بجرعات مختلفة: 0؛ 0.5؛ 1؛ 1.5 و 2% للمسحوق، و 0؛ 1؛ 3 و 5 مل للمستخلص، و كذلك رش المستخلص على الشتلات بثلاث جرعات: 0%، 50% (مستخلص مخفف) و 100% (مستخلص مركز). تم اختبار هذه الطرق على خمسة أنواع من الحبوب، القمح، الشعير، الشوفان، الذرة الرفيعة والذرة. عن طريق قياس معدل الإنبات وطول الجذير ونمو الشتلات.

أظهرت النتائج المتحصل عليها وجود تأثيرات التضاد البيئي للحرمل مهما كان شكل استخدامه (مسحوق أو مستخلص)، وتزداد آثاره تدريجياً مع الجرعات المطبقة. وبالإضافة إلى ذلك، يبدو أن تأثير المستخلص أكثر أهمية من المسحوق، وتشير نتائجنا إلى أن الذرة والشوفان والذرة الرفيعة هي الأكثر حساسية، حيث يكون إنباتها منعدماً تماماً عند 5 مل، بينما يساوي 20% و 16.66% في الشعير والقمح على التوالي، أيضاً، يتم تثبيط نمو شتلات الذرة الرفيعة والذرة عند رشها بالمستخلص المخفف (50%)، بينما يتأثر الشوفان بالمستخلص المركز (100%).

تتيح لنا هذه النتائج أن نستنتج أن استخدام مستخلص أو مسحوق الحرمل على محاصيل الحبوب ممكن ولكن بحذر مع مراعاة الأنواع المزروعة والجرعة المطبقة.

الكلمات المفتاحية: *Peganum harmala* L، الحبوب، الإنبات، مستخلصات، مسحوق، التضاد البيئي.

Study of the effects of *Peganum harmala* L. on the germination and growth of some cereal species.

Abstract

Our work is part of the study of the effects of the extract and powder of the Harmel leaves on the germination and growth of five cereal species, in order to use it as bio-herbicide or bio-insecticide.

Our experience aims to study the influence of the chemical components of the Harmel, added to the substrate in two forms, the powder or extract of the leaves, in different doses: 0; 0.5; 1; 1.5 and 2% for powder, and 0; 1; 3 and 5 ml for the extract, as well as the spray of the extract on the plants in three doses: 0%, 50% (diluted extract) and 100% (concentrated extract). These modes were tested on five Cereal species: wheat, barley, oats, sorghum and corn. By measuring the germination rate, the length of radicality and the growth of the seedlings.

The results obtained have shown the presence of the allelopathic effects of the Harmel, whatever the form of use (powder or extract), its increased effects gradually feel with the applied doses. In addition, it appears that the extract effect is more important than powder. Our results indicate that corn, oats and sorghum, are the most sensitive, of which their germination is completely zero at 5ml, while 'is equal to 20% and 16.66% in barley and wheat respectively. Also, the growth of sorghum and but are disturbed under the spraying of a diluted extract (50%), while oats obey the effect of concentrated extract (100%).

These results allow us to conclude that the use of the extract or the Harmel powder, on cereal crops is possible but with caution, taking into account the cultivated species and the applied dose

Keywords: *Peganum harmala* L., cereals, germination, growth, extract, powder, allelopathic

Liste des tableaux

Numéro de tableau	Tite	Page
Tableau 1	Échelle de jonard-Vincent pour la description des stades des céréales	10
Tableau 2	Résultats de l'effet de la poudre des feuilles du Harmel sur la longueur de radicule des céréales.	26
Tableau 3	Résultats de l'effet des extraits de <i>P. harmala</i> sur la longueur de radicule.	28
Tableau 4	Résultat de l'effet de pulvérisation de l'extrait sur les plantules.	29

Liste des figures

Numéro de figure	Tite	Page
Figure 1	Les feuilles de la plante <i>Peganum harmala</i> (photo originale)	4
Figure 2	La fleur de la plante <i>P. harmala</i> L.	5
Figure 3	Le fruit de <i>P. harmala</i> L. (photo originale)	5
Figure 4	Production céréale dans le monde.	13
Figure 5	Les graines des espaces céréales	18
Figure 6	Application de l'extrait aqueux sur le substrat agricole	19
Figure 7	Application des extrais aqueux sur les plantes	20
Figure 8	Application des poudres le substrat agricole	20
Figure 9	Schéma de dispositif expérimental d'application de l'extrait sur le substrat	21
Figure 10	Schéma de dispositif expérimental d'application de l'extrait sur les plantules	21
Figure 11	Schéma de dispositif expérimental d'application de la poudre sur le substrat	21
Figure 12	L'effet de la poudre des feuilles du Harmel sur la germination des céréales	24
Figure 13	Effet des extraits de <i>P. harmala</i> sur la germination des céréales	27

Liste des abréviations

T : Témoin

E1 : Orge

E2 : Sorgho

E3 : Maïs

E4 : Blé

E5 : Avoine

PG : Pourcentage de germination

LR : Longueur de racine

ANOVA : Analyse des variances

FAO : Organisation des Nations Unies pour L'alimentation et L'agriculture

FG : Faculté germinative

SOMMAIRE

	Page
Dédicaces	
Remerciement	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Sommaire	
Introduction	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : présentation de <i>Peganum Harmala</i> . L	
I.1 Généralités	4
I.2 Description botanique	4
I.2.1. Les feuille	4
I.2.2 Les fleurs	5
I.2.3. Les fruits et les graines	5
I.3. Classification botaniques	6
I.4. Nomenclature de la plante	6
I.5. Origine, habitat et exigences	6
I.6. Les intérêts pharmaceutiques	7
I.6.1 Effets anti-inflammatoires	7
I.6.2. Effets antimicrobiens.	7
I.6.3. Effets sur le système nerveux	7
I.6.4. Toxicité	8
I.7. Les intérêts agronomiques et écologiques	8
Chapitre II généralité sur les céréales	
II.1 .Définition	10
II.2. Le cycle de développement des céréales	10
II.3. Classification botanique des céréales	11
II.4. Utilisation des céréales	12
II.4.1 Alimentation humaine	12
II.4.2 Alimentation animale	12
II.5. Production des céréales	13
II.5.1. Dans le monde	13
II.5.2 Dans Algérie	14

PARTIE EXPERIMENTALES

Chapitre III matériel et méthodes

III.1.objectif	16
III.2.Matériels biologiques utilisés	16
III.3.Conditions expérimentales	17
III.4.Les méthodes appliquées	17
III.4.1.Application de l'extrait aqueux sur le substrat agricole	17
III.4.2 Application des extrais aqueux sur les plantes	18
III.4.3 Application de la poudre sur le substrat agricole	18
III.5.Les dispositifs expérimentaux	19
III.6.Les paramètres mesures	20
III.6.1. Le taux de germination	20
III.6.2. La longueur de racine	20
III.6.3. La croissance des plantules	20
III.7.Analyse statistique	20

Chapitre IV Résultats et discussions

IV.1.Résultats	22
IV.1.1. Effet de la poudre du Harmel sur la germination	22
IV.1.2.Effet de la poudre du Harmel sur la longueur de radicule	23
IV.1.3. Effet de l'extrait du Harmel sur la germination	24
IV.1.4. Effet de l'extrait du Harmel sur la longueur de radicule	25
IV.1.5. Effet de l'extrait du Harmel sur la croissance des espèces	27
IV.2. Discussion	27
CONCLUSION	30
LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	32
ANNEXES	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les céréales constituent la majorité des nourritures dont dépendent directement ou indirectement les hommes et les animaux. Ce sont des cultures stratégiques. Elles occupent une place importante dans le système économique, alimentaire et socioculturel des algériens (Kellou, 2008).

Les céréales constituant 45% de l'énergie contenue dans l'alimentation humaine, dont il existe trois groupes des céréales majeures correspondent à 75% de la consommation céréalière mondiale. Le premier grand groupe est constitué du blé, de l'orge, du seigle et de l'avoine, situés dans le Triangle fertile, berceau des civilisations dont le point de départ est au Moyen-Orient. Le deuxième grand groupe est formé par le maïs, il est originaire d'Amérique centrale, il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XVe siècle. Le dernier grand groupe est riz, c'est une plante originaire des régions chaudes et humides de l'Asie du Sud-Est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'Ouest, (Clerget, 2011).

Il faut également noter que les rendements Algériens des céréales demeurent toujours irréguliers et semblent être étroitement liées à un certain nombre de facteurs tant abiotiques (conditions climatiques, irrégularité dans les précipitations pluviales, techniques agricoles, etc.) que biotiques (potentiel génétique, maladies, ravageurs, adventices, etc.) (Lacirignola et *al.*, 2014).

En outre, depuis les années cinquante, l'agriculture dépend de l'utilisation des herbicides et des pesticides pour éliminer les mauvaises herbes et assurer des rendements élevés. Les traits importants de la concurrence des mauvaises herbes n'étaient pas parmi les principales préoccupations des agriculteurs. En effet, les herbicides ont pris soin de détruire les en pratique agricoles. L'application des agents chimiques pour le contrôle de celles-ci n'a donc cessé d'augmenter. Par conséquent, l'augmentation de l'utilisation d'un certain nombre de pesticides a eu des effets négatifs sur la santé humaine et sur l'environnement (Weih et *al.*, 2008).

L'allélopathie est considérée comme une technique prometteuse pour la lutte biologique (Lovett, 1991). C'est un ensemble d'interactions biochimiques directes ou indirectes,

INTRODUCTION

positives ou négatives d'une plante sur une autre (Macías et al., 2007 ; rice, 1974). Plusieurs études ont montré que la capacité à supprimer les mauvaises herbes par une culture est très différentes (ou variable) d'une variété à une autre.

Cette différence est expliquée en partie par la capacité de ces cultures à sécréter des substances chimique affectant la croissance des mauvaises herbes à savoir l'allélopathie (Olofsdotter et al., 2002 ; Wu et al., 2000). Sánchez-Moreiras et al. (2004) et Olofsdotter et al. (2002) ont Expliqué que l'activité allélopathique est particulièrement élevée chez les céréales.

En effet, les substances naturelles végétales sont recherchées en raison de leurs activités biologiques à effets positifs sur la santé humaine et sur la préservation de l'environnement. Ces activités comprennent des activités antivirales, antibactériennes, antifongiques, insecticides, antipaludiques, antioxydants et anticancéreuses utilisées dans les secteurs industriels pharmaceutiques et de l'agriculture (Agostinho, 2013).

Dans cette optique, l'objectif de ce travail est d'évaluer à la fois l'effet de l'extrait aqueux et de la poudre des feuilles du Harmel, sur la germination et la croissance des céréales cultivées dans notre pays. En d'autres termes, dans cette étude nous avons essayé de mettre en évidence les effets secondaires de ce bio-herbicide, afin être l'utilisé comme substance alternative naturelle aux produits phytosanitaires appliqués pour lutter contre les adventices des céréales

Notre mémoire s'articule, en plus de l'introduction et la conclusion, sur quatre chapitres principaux. Dont le premier chapitre est consacré à la présentation de *Peganum harmala L.*

Le second chapitre porte sur la généralité les céréales et l'impact agronomique et économique des mauvaises herbes des céréales.

Le troisième chapitre porte sur la description de la méthodologie de travail adoptée d'une manière détaillée.

Le quatrième chapitre est réservé à la présentation des résultats obtenus, leur discussion et interprétation. La conclusion résuma les différents résultats et les perspectives du présent travail.

CHAPITRE I

Présentation de *Peganumharmala L*

I.1. GENERALITES

Le nom Harmel semble être en rapport avec l'origine géographique de la plante qui croît spontanément dans la région de Harmal (Liban). C'est une *Zygophyllacée* cosmopolite occupant des aires géographiques très vastes : Espagne, Sardaigne, Italie méridionale, Grèce, Asie occidentale et centrale et l'Afrique septentrionale (Sanae et *al.*, 2012).

C'est une plante médicinale polyvalente aux propriétés antimicrobiennes, antifongiques, anti-inflammatoires, antidiabétiques, anti activités cancéreuses, hypothermiques et hallucinogènes. Des investigations phytochimiques ont révélé la présence de certain nombre d'alcaloïdes actifs, en particulier les bêta-carbolines telles que l'harmalol, l'harmaline et l'harmine (Nissar et *al.*, 2017)

I.2. MORPHOLOGIE VEGETALE

C'est une plante herbacée vivace (Bouziane, 2012), buissonneuse (Baba, 1990), à entrenœuds assez courts, glabre, de 30 à 60 cm de hauteur à base lignifiée, très ramifié (Bayer et *al.*, 2009).

I.2.1. Les feuilles

Les feuilles sont allongées et irrégulièrement divisées en multiples lanières très fines pouvant atteindre 5x5 cm (figure 1). Les feuilles supérieures ne dépassent pas 1,5 cm de largeur (Quezel et Santa, 1963).



Figure 1 : Les feuilles de la plante *Peganuharmala*(photo originale)

I.2.2. Les Fleurs

La plante présente des fleurs blanches assez grandes, avec des sépales inégaux persistants qui dépassent la corolle, et des pétales crème lavés de rose-orangé, à nervures jaunes, oblongs et sub-symétriques. Les fleurs sont monoïques dotées de dix à quinze étamines à anthères longues de 8 mm à filets très élargis et plat dans leur partie inférieure, et à gynécée de 8-9 mm de longueur ; des ovaires globuleux de trois à quatre loges et des stigmates à 3 carènes insensiblement atténués en style (Maire, 1933 ; Chopra et *al*, 1960 ; Ozenda, 1991).



Figure 2: La fleur de la plante *P. harmala* L.(Tarabsa, 2011).

I.2.3. Les fruits et les graines

La fleur se développe en fruit sous la forme d'un plateau semi-sphérique (Ozenda, 1991, Chehma, 2006), petit, 6 à 10 mm de large, contient 3 à 4 loges séparée par un troisième luteur et se termine par une somme non effilée, avec un sillon minimal de couleur marron foncé (Aouadhi, 2010). Les fruits est une capsule ronde comprenant trois loges (Baba, 1990). Les grains sont rebuses, petites anguleuses sub-triangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé, ont une saveur amère, on les récolte en été (Chopra et *al.*, 1960).



Figure 3: Le fruit de *P. harmala* L.(photo originale)

I.3. CLASSIFICATION BOTANIQUE

Selon Ozenda(1977), la classification taxonomique de cette espèce est comme suit :

- ❖ **Embranchement** : Spermatophytes
- ❖ **Sous embranchement** : Angiospermes
- ❖ **Classe** : Dicotylédones
- ❖ **Famille** : Zygophyllaceae
- ❖ **Genre** : *Peganum*
- ❖ **Espèce** : *Peganum harmala* L.

I.4. NOMENCLATURE DE LA PLANTE

P. harmala est connue par plusieurs noms communs, nous citons parmi lesquels : Harmel, Armel ou L'Harmel au Maghreb, Bender tiffin en Maroc (Achour et *al.*,2012), la Rue sauvage, la Rue verte ou le Pégane en France (Asgarpanah et Ramezanloo, 2012),ou encore Harmel EssaharienAlgerieet enfin Bizr el harmel en Egypte (Arab,2000).

I.5. ORIGINE, HABITAT ET EXIGENCES

Le nom rue sauvage ou Harmel est originaire des régions arides et semi-arides des déserts d'Afrique du Nord et d'Asie, et du sud et de l'est de l'Europe (Abbott et *al.*, 2007 ; USDA-ARS, 2021). Elle a été introduite aux États-Unis et au nord du Mexique (Khantal., 2017). Absente du Canada (Brouillet et *al.*, 2010).

En Algérie, le Harmel est commun aux Hauts Plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central (Maire, 1933 ; Chopra*etal.*, 1960 et Ozenda, 1991),est fréquente dans les terrains sableux, les lits d'oued, à l'intérieur des agglomérations (Maire, 1933 et Bouziane, 2012), les champs incultes secs, les décombres et les steppes (Jahandiez et Maire, 1932 ; Hassani et Hermas, 2008).

Peganum harmala L. exige des lieux ouverts, ensoleillés, des endroits secs et sols pierreux, elle résiste très bien aux sécheresses. Elle se développe, dans les steppes, lorsque le taux de nitrates dans le sol est important, surtout au niveau des stationnements d'animaux (Aimé, 1988 et Aboura, 2006). A cet effet, on l'appelle plante rudérale, c'est à dire qu'elle préfère les sols enrichis en déchets azotés (Bourgeois et Merlier, 1995).

L'apparition de cette espèce est un indicateur des milieux naturels dégradés, avec une décadence importante du couvert végétal, à cause du surpâturage et de la pression sur le sol. Celle-ci remplace alors les espèces présentes dans cet endroit et le fait qu'elle soit toxique est un avantage qui lui permet la pérennité, car elle n'est pas consommée par le bétail.

Elle est abondante aussi dans les sols caillouteux, car ces derniers provoquent la diminution de l'apparition des espèces annuelles, qui vont laisser place à cette espèce pour s'acclimater grâce au fait qu'elle soit pérenne (Nedjimi et Guit, 2012).

I.6. LES INTERETS PHARMACEUTIQUES

Le Harmel est très utilisé en médecine traditionnelle algérienne et maghrébine pour traiter différents troubles tel que : gynécologiques : emménagogue, stérilité féminine, généraux : hypnotique, antalgique, digestifs : coliques, troubles digestifs, cutanés : antiseptique et cicatrisant. Infectieux : antipaludique, oreillons, autres : sudorifique et purgatif, diabète, hypertension artérielle, venins de serpent (Abdel-Fattah et *al.*,1995).

I.6.1. Effets anti-inflammatoires

Des activités anti-inflammatoires, analgésiques *in vivo* et *in vitro* de cette plante ont été évaluées. Les résultats démontrent que la crème de formulation de l'huile de graines de *P. harmala* a une activité anti-inflammatoire intéressante avec un léger effet analgésique périphérique dû principalement à sa richesse en acide linoléique, γ -tocophérol et polyphénols et à sa capacité antioxydant importante (Sepideh ,2016).

I.6.2. Effets antimicrobiens

L'extrait de graines de *P. harmala* est utilisé comme antibiotique en raison de sa grande capacité à inhiber les bactéries et les champignons dans le milieu biologique (Gomah, 2010 ; Asgarpanal et Ramezanloo, 2012).

I.6.3. Effets sur le système nerveux

Diverses études *in vitro* et *in vivo* ont montré une large gamme d'effets produits par des alcaloïdes de *Peganum harmala* à la fois sur le système nerveux central et périphérique y compris, l'excitation, l'hallucination, l'analgésie et l'effet antidépresseur (Moloudizargari et *al.*, 2013).

I.6.4. Toxicité

La plante est très riche en alcaloïdes de type β -carbolines, cette forte teneur lui offre une forte toxicité. Ils provoquent des problèmes d'empoisonnement chez l'homme ainsi que chez les animaux, et peuvent présenter par une hypothermie permanente, des troubles respiratoires et hyper salivation (Mahmoudian et *al.*, 2002). Ces alcaloïdes sont toxiques pour plusieurs types d'animaux inférieurs, notamment les helminthes et les protozoaires (Bouziane, 2012)

La toxicité peut exprimer ainsi par une conscience est décroisse avec une paralysie (Rachide, 2009). Des lésions hépatiques et l'insuffisance rénale (Berdai, 2014 ; Sallal et *al.*, 2013). Dans la plupart des cas, les animaux intoxiqués meurent, généralement, 36-38 heures après l'apparition des premiers signes d'intoxication du SNC et SNP. (Rezzagui ,2012).

I.7. LES INTERETS AGRONOMIQUES ET ECOLOGIQUES

Plusieurs études ont vérifié les mécanismes des systèmes d'autodéfense incluant l'allélopathie des plantes. Les plantes répondent aux stress environnementaux à travers des réactions biochimiques variées. Ce qui peut leur fournir une protection contre les agents causaux. Certains allélochimiques sont des substances antimicrobiennes produites uniquement après une blessure ou une attaque par des bactéries ou champignons (Raven et *al.*, 2003).

Par exemple *Peganum harmala* L. s'est avéré très efficace. Son potentiel acaricide a été évalué par des tests d'alimentation du criquet pèlerin sur la plante fraîche. Les résultats sont encourageants dans la mesure où l'alimentation en *P. harmala* provoque une mortalité aux stades larvaires d'un taux de 45% et un blocage du développement ovarien chez les femelles (Idrissi Hassani et *al.*, 1998 ; Idrissi Hassani, 2000).

L'effet des extraits des feuilles de cette même plante sur des femelles de criquets pèlerins entraîne une diminution de prise de nourriture, une réduction de la motricité et des perturbations de la fonction de reproduction (Abbassi et *al.*, 2003a), des résultats similaires ont été obtenus chez des jeunes adultes de criquets pèlerins mâles et femelles après addition des extraits alcaloïdes de *P. harmala*.

CHAPITRE II

Généralité sur les céréales

II.1. DEFINITION

Le terme céréale est un dérivé du mot latin "céréales" signifiant « grain » qui est botaniquement, un type de fruit appelé caryopse (Sarwar, 2013). Les céréales regroupent des plantes de la famille des Poacées (ex Graminées). Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde sont : le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho. Le blé (*Triticum sp*) est une graminée annuelle aux racines fibreuses à tiges hautes et généralement creuses, portant des nœuds d'où partent des feuilles, des sommets de la tige portent une grappe des fleurs qui se transforme en grains (Gate, 1995).

II.2. LE CYCLE DE DEVELOPPEMENT DES CEREALE

Chez les céréales la variation de la durée du cycle concerne la phase photosensible (Clerget, 2004). Leur cycle de développement d'une céréale en générale comprend trois grandes périodes :

A. La période végétative, de la germination aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale (début de la montaison).

- La phase de germination-levée se traduit par la sortie des racines séminales et de la 1ère feuille.
- La phase levée- début tallage durant laquelle apparaît la 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} feuille.
- La phase début tallage-début montaison avec apparition de la 1ère talle à l'aisselle de la 1ère feuille au stade quatre feuilles, puis des nouvelles racines adventives.

B. La période reproductrice, du tallage herbacé à la fécondation.

- La phase de l'allongement de l'apex et formation de l'épi.
- La phase de spécialisation florale avec allongement de la tige et des épis.
- La phase méiose-fécondation caractérisée par l'épiaison et la fécondation

C. La période de maturation, de la fécondation à la maturité complète du grain.

Elle comprend la phase de multiplication suivit par la phase de remplissage des cellules par les sucres puis la phase de dessiccation. La teneur moyenne en eau dans le grain est de 80%, puis 40% et enfin elle passe à 15% après sa dessiccation pour devenir dur et rayable à l'ongle.

Tableau 1 : Échelle de jonard-Vincent pour la description des stades des céréales (Soltner, 1998).

Stade	Définition (observation après dissection de la plante)
Végétatif	Apex lisse
Stries blanches	Apparition de 1 ou 2 bandes plus claires dans la zone méristématique située en dessous de l'apex(=entre-nœuds)
A	Apparition de la première ébauche d'épillets sur l'apex(c'est l'initiation florale : le bourgeon végétatif devient bourgeon floral)
B	Apparition des ébauches de glumes
BII	Apparition des ébauches de glumelles
C	Apparition des anthères (3 petites sphères disposées en triangle sur le bourgeon floral)
CII	Apparition des 2 cornes du stigmate
D	Méiose
E et F	Fécondation, traduite extérieurement par la floraison
MC et M	Grossissement et maturation des grains (accumulation d'amidon et perte d'humidité)

II.3. CLASSIFICATION BOTANIQUE DES CEREALES

Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde, selon les tonnages de grains produits, sont dans l'ordre le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho.

Ces espèces sont systématiquement classée selon (Mireille Gayet,2016) comme s'est indiqué ci-dessous :

- ❖ **Famille** Gramineae
- ❖ **Sous Famille** Festucoideae
- ❖ **Tribu** Triticeae
- ❖ **Sous Tribu** Triticineae
- ❖ **Genre** *Triticum*,*Secale*,*Hordeum*,*Avena*,*Zea*, *Oryza*
- ❖ **Espace** *T.aestivum*(blé) ;*Sorghum*(sorgho) ; *H. vulgare* (orge) ; *A. sativa* (avoine) ; *Z.mays* (maïs) ; *Oryza sativa*(riz).

II.4. UTILISATION DES CEREALES

Les céréales représentent les ressources principales alimentaires de l'humanité, elles constituent la base de la nourriture des Algériens (Lerin, 1986), et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (Feillet, 2000).

Par exemple, au Canada près de 90% de l'avoine produite est consommée par le bétail. Les 10% restants sont destinés à l'alimentation humaine et aux semences (Ministère de l'Agriculture, 1975).

II.4.1. Alimentation humaine

Le blé et le riz sont quasi exclusivement destinés à l'alimentation humaine, (Cruz et *al.*, 1992). Dans l'alimentation humaine les céréales sont utilisées sous diverses formes : en grains, farine, semoule...etc. Selon (Sarwar et *al.*, 2013).

Selon Sarwar (2008), les céréales fournissent plus de nourriture pour la consommation humaine que toute autre culture, les quatre groupes divers des aliments préparés à partir des grains de céréales sont :

- Les produits de boulangerie, à base de farine ou de semoule, comprennent pains, viennoiseries, crêpes, biscuits et gâteaux.
- Réduits céréaliers moulus riz poli, farina, farine de blé, semoule de maïs, homing, maïs gruau, orge perlé, semoule (pour les produits de macaroni).
- Boissons à base de produits céréaliers fermentés et à partir de grains bouillis et rôtis 10.
- Les produits à grains entiers comprennent les flocons d'avoine, le riz brun, maïs soufflé, grains râpés et soufflés et petit-déjeuner aliments.

II.4.2. Alimentation animale

Les céréales constituent le principal composant des aliments concentrés pour le bétail. Une forte proportion de la production mondiale de céréales est donc destinée à nourrir l'animal d'élevage, indique près de 40 % des céréales servent nourrir le bétail (Dubief, 2020). Le maïs est très utilisé pour l'alimentation animale, notamment dans les pays occidentaux (Cruz et *al.*, 1992).

II.5. PRODUCTION DES CEREALES

II.5.1. Dans le monde

Les prévisions de la FAO concernant la production mondiale de céréales en 2021. Elles s'établissent à 2 799 millions de tonnes, soit 0,8 pour cent de plus que le résultat de 2020, évaluée à 1 502 millions de tonnes, la production mondiale de céréales secondaires en 2021 est en hausse de 18,9 millions de tonnes sur une base annuelle, presque exclusivement en 709 millions d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 51 % des terres arables, 14 % de la surface agricole mondiale et 5 % des terres émergées du monde (Dubief, 2020).

Selon FAO (2022), en 2028 La production totale de céréales dans le reste du monde serait 2,3 fois plus élevée qu'en 1990, le rythme de cette hausse diminuant toutefois beaucoup moins que dans les pays développés d'une décennie à l'autre. Ainsi, les hausses ont atteint de 30 % entre 1990 et 2000, 25 % entre 2000 et 2010, et 26 % entre 2010 et 2018 (en huit ans), et elle serait de 16 % entre 2018 et 2028, sans distinction notable entre les quatre types d'utilisation (Jodoin, 2019).

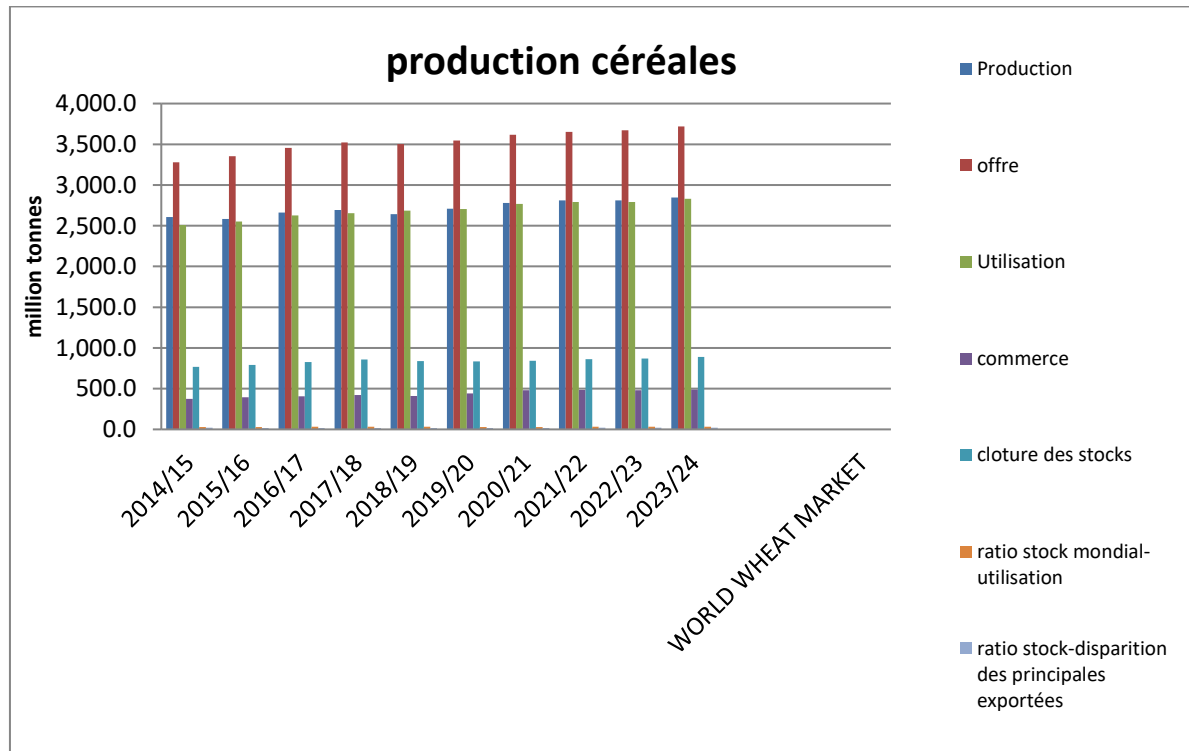


Figure 5 : Production céréale dans le monde. FAO (2024).

II.5.2. Dans Algérie

En Algérie la filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole, la production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole (Djermoun, 2009).

Selon (Chehat, 2005). & (Chaban & Boussard, 2020). Les cultures céréalières sont concentrées dans trois régions principales qui diffèrent en fonction des niveaux des précipitations pluviométriques :

- Une région à haut potentiel de production dans le nord de l'Atlas Tellien (Mitidja, Kabylie, vallée du Seybouse, vallée de la Soummam...) qui couvre 0,4 million d'ha de la SAU, avec une pluviométrie qui dépasse les 500 mm/an.
- Une région à moyenne potentialité vers l'ouest du pays, caractérisée par un climat semi-aride et une pluviosité entre 400 et 500 mm/an (massif de Médéa, coteaux de Tlemcen, vallée de Chélif, ...).
- Une région à basses potentialités située dans les Hauts plateaux allant du l'est vers l'ouest (massif des Aurès, plaines d'Annaba, Constantine, ...) avec une moyenne de précipitations de moins de 350 mm/an.

En Algérie, la production céréalière totale en 2021 est estimée à 3,5 millions de tonnes, ce qui est inférieur à la moyenne quinquennale et environ 38 % de moins que l'année précédente, la production annuelle était d'environ 4,92 millions de tonnes, dont 3,3 millions de tonnes de blé (Assoko, 2022). Le rendement de la production céréalière de l'Algérie a été notamment impacté par la faible pluviométrie, (Benali, 2021).

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

III.1. OBJECTIF

Le but de notre expérience est d'étudier les effets d'extrait aqueux et la poudre des feuilles de Harmel *Peganum harmala L.*, sur la germination et la croissance des espèces céréalières cultivées en Algérie, afin de l'utiliser comme bio-herbicides ou bio-insecticides.

III.2. MATÉRIELS BIOLOGIQUES UTILISÉS

Les matériels biologiques utilisés dans notre expérimentation sont tout d'abord, les feuilles du Harmel récoltées en 2023 et séchées à l'ombre. De plus, les graines des cinq espèces céréalières suivantes (figure 5):

- ✓ Blé (E1) : *Triticum aestivum*
- ✓ Sorgho (E2) : *Sorghum bicolor*
- ✓ Mais (E3) : *Zea mays*
- ✓ Orge (E4) : *Hordeum vulgare*
- ✓ Avoine (E5) : *Avena sativa*



Figure 5 : les graines des espèces céréales

III.3. CONDITIONS EXPERIMENTALES

Notre expérimentation a été réalisée aux laboratoires de département d'agronomie à l'Université Amar Télidji à Laghouat. Cette étude a été duré 30 jours, depuis 26/02/2024, jusqu'au 26/03/2024, dans des conditions de température ambiante.

III.4. LES MÉTHODES APPLIQUÉES

Cette étude est basée sur l'application de trois méthodes, en testant l'extrait aqueux de la feuille du Harmel au niveau des deux premières (le substrat agricole et sur les plantes), et en testant la poudre des feuilles du Harmel au niveau de la troisième méthode.

En ajoutant que la préparation de l'extrait aqueux sous pression consiste à mettre 50g de poudre de Harmel dans 500 ml d'eau distillée.

III.4.1 Application de l'extrait aqueux sur le substrat agricole

Les boîtes ont été remplies de sable fin tamis, et arroser une seuls fois par l'extrait aqueux du Harmel avec les volumes suivante : 0ml ; 1 ml ; 3 ml et 5 ml.



Figure 6 : Application de l'extrait aqueux sur le substrat agricole

Le semis a été effectué dans des boîtes de Pétri, au nombre de 10 graines par boîte, avec trois répétitions par traitements. Ensuite, l'arrosage et le comptage des graines germées a été effectué quotidiennement jusqu'à la fin de l'expérience.

III.4.2. Application des extrais aqueux sur les plantes

L'extrait aqueux du Harmel est pulvérisé sur les plantes au stade de trois feuilles, avec trois concentrations : 0% (témoin = sans aucun traitement), 100% (solution concentrée) et 50% (solution diluée).



Figure 7 : Application des extrais aqueux sur les plantes

Le semis a été effectué dans des gobelets, de couleur blanche, remplis du sable, en raison de 10 graines par gobelets, avec 9 répétitions. L'arrosage a été effectué quotidiennement durant la période expérimentale.

III.4.3 Application de la poudre sur le substrat agricole

La poudre végétale est mélangée avec le substrat de culture (sable) en raison de 0% (témoin), 0,5 % ,1% , 1,5 % et 2%, et placées dans des boîtes de Pétri.

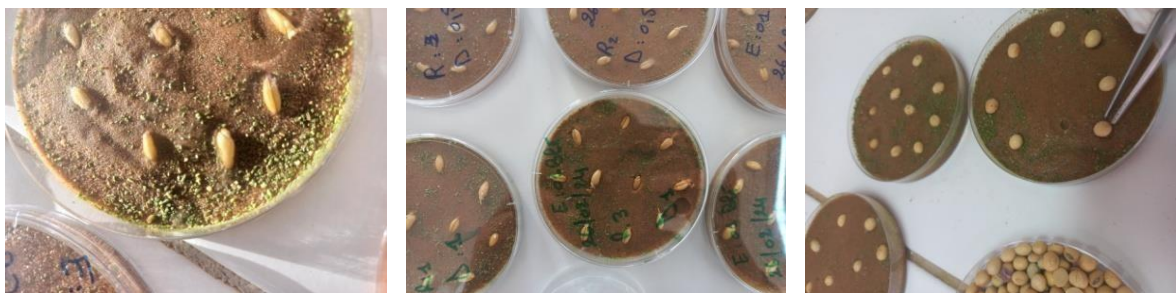


Figure 8 : application des poudres le substrat agricole

Pour cette méthode, le semis a été effectué dans des boîtes de Pétri, au nombre de 10 graines par boîte, avec trois répétitions par traitements. Ensuite, l'arrosage et le comptage des graines germées a été effectué quotidiennement jusqu'à la fin de l'expérience.

III.5. LES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Ces expérimentations ont été menées par un dispositif de type randomisation totale à un seul facteur.

Pour la première méthode, le dispositif expérimental est composé d'un seul facteur avec 4 niveaux (0 ml / 1 ml / 3 ml / 5 ml) et 3 répétitions, ce qui fait en total 12 unités expérimentales.

D 0 ml	R1	R2	R3
D1 ml	R1	R2	R3
D3 ml	R1	R2	R3
D5 ml	R1	R2	R3

Figure 9: schéma de dispositif expérimental d'application de l'extrait sur le substrat

Pour la deuxième méthode, le dispositif expérimental est composé de trois niveaux (0%, 50%, 100%), avec 3 répétitions. Soit 9 unités expérimentales.

D 0%	R1	R2	R3
D50%	R1	R2	R3
D100%	R1	R2	R3

Figure 10 : schéma de dispositif expérimental d'application de l'extrait sur les plantules

Pour la troisième méthode, le dispositif expérimental est composé de cinq niveaux (D0, D0,5, D1, D1,5 et D2), avec 3 répétitions. Soit 15 unités expérimentales.

D0	R1	R2	R3
D0,5	R1	R2	R3
D1	R1	R2	R3
D1,5	R1	R2	R3
D2	R1	R2	R3

Figure 11 : schéma de dispositif expérimental d'application de la poudre sur le substrat

III.6. LES PARAMETRES MESURES

Vu de l'importance de la phase germinative des semences dans le déroulement des stades ultérieurs de développement de toutes espèces végétales, ce travail est basé sur la mesure de deux paramètres physiologiques, qui sont la capacité germinative et la longueur de radicule.

III.6.1. Le taux de germination

Les graines germées sont dénombrées toutes les 24 heures. Les graines sont considérées germées dès l'apparition de radicule. La faculté germinative qui correspond au pourcentage de semences germées, a été mesurée par la formule ci-dessous, et qui a été citée par (Lafon et al, 1996).

$$FG = \frac{(\text{nombre total des graines mises en germination} - \text{nombre des graines non germées}) * 100}{\text{Nombre total des graines mises en germination}}$$

III.6.2 La longueur de radicule

La longueur de radicule « LR » a été mesurée pour les graines germées par centimètre (cm), en raison de trois répétitions par traitement.

III.6.3 La croissance des plantules

Pour le test de l'extrait du Harmel sur la croissance des plantules, nous avons basé sur l'enregistrement des observations visuelles de l'état de flétrissement et le jaunissement des plantules après la pulvérisation de l'extrait.

III.7. LES ANALYSES STATISTIQUES

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse statistique grâce au logiciel « STATBOX 7.2 », dont on a calculé la variance à seul facteur par le test de Fisher-Snedecor au seuil de risque de 5 %, ainsi que la comparaison multiple des moyennes par le test de Newman-Keuls, pour identifier les groupements homogènes.

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1 RESULTATS

IV.1.1.Effet de la poudre du Harmel sur la germination

Les résultats obtenus pour l'étude de l'effet de la poudre des feuilles du Harmel sur la germination montrent des variances très hautement significatives pour le blé et l'avoine, hautement significatives chez le maïs et le sorgho, et significative pour l'orge (l'annexe 1).

Les données présentées par la figure 12 montrent d'une manière générale qu'au niveau de traitement témoins (D0), la germination est réussie avec un taux de 100% chez les cinq espèces. Tandis que, les autres traitements indiquent que la germination diminue progressivement au fur et au mesure de l'augmentation de la dose de la poudre appliquée. De plus, les résultats enregistrés signalent que l'effet de la poudre varie d'une espèce à une autre, il augmente successivement de l'orge, puis le blé, l'avoine, le maïs et le sorgho.

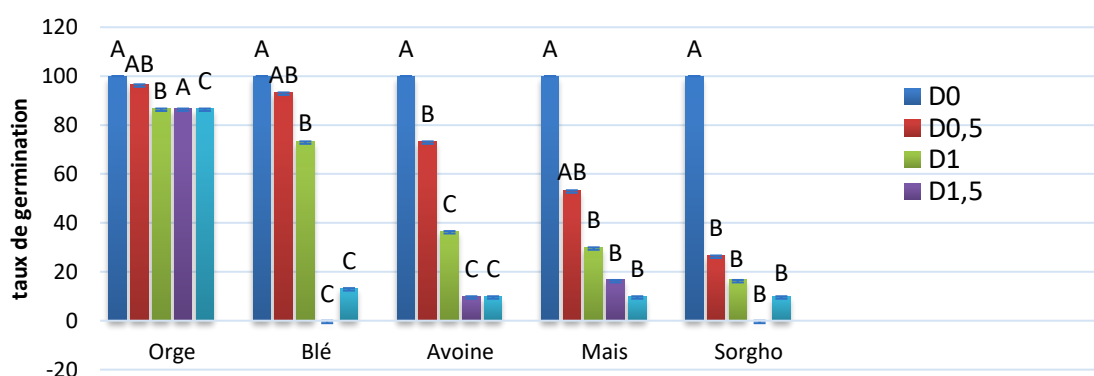


Figure 12 : L'effet de la poudre des feuilles du Harmel sur la germination des céréales

Pour l'orge, les résultats obtenus au niveau de traitement D0.5 indiquent un taux de germination de 96,7%. Ensuite, la germination diminue à 86,67% au niveau de D1, D1,5 et D2, ce qui correspond au même groupe homogène avec le témoin (A).

Chez le blé, les résultats obtenus au niveau de traitement D0.5 signalent un taux de germination de 93,3%. Ultérieurement, la germination diminue à 73,3% au niveau de D1, et 00% en D1,5, et atteint un pourcentage de 13,3% en D2.

Dans l'avoine, au niveau D0.5 la germination est de 73,3%. Après, la germination diminue à 36,6% au niveau de D1, et atteint un pourcentage de 10% dans deux niveaux D1,5 et D2, ce qui est fait que ces trois derniers (D1, D1.5 et D2) correspondent au groupe homogène (C).

Pour le maïs, les résultats obtenus au niveau de traitement D0.5 montrent un taux de germination de 53,3%. Par la suite, la germination diminue à 30% au niveau de D1, et 16,6% en D1,5 et atteint un pourcentage de 10% en D2, ce qui est mis dans tous ces traitements dans le même groupement homogène (B).

Pour le sorgho résultats obtenus au niveau de traitement D0.5 indiquent un taux de germination de 26,6%. Postérieurement, la germination diminue à 16,6% au niveau de D1, et 0% en D1.5, et atteint un pourcentage de 10% en D2, ces derniers sont classés dans même groupement homogène (B).

IV.1.2. Effet de la poudre du Harmel sur la longueur de racine

Les résultats obtenus pour l'étude de l'effet de la poudre des feuilles du Harmel sur la longueur de racine exposent des variances très hautement significatives pour le sorgho et l'avoine, hautement significatives chez le maïs et le significative pour l'orge, et non significative pour blé (l'annexe2).

Les données enregistrées dans le tableau2 indiquent d'une manière générale que l'effet de la poudre varie d'une espèce à une autre. Ces résultats varient arbitrairement d'une dose à l'autre sans aucune loi.

Précisément, l'orge présente une longueur de 9,66mm au niveau de témoin, tandis que les traitements D0.5, D1, D1.5 et D2 enregistrent les valeurs 5 - 4,33 - 1,5 et 3,33 mm respectivement, ce qui donne le même groupe homogène (B) de ces derniers.

Pour le blé, les résultats obtenus au niveau de traitement D0 est 6mm. Ensuite, elle diminue à 2,66mm au niveau D0,5 et 1,16 au niveau de D1, 1,5mm en D2, alors qu'elle est nulle en D1,5.

Chez l'avoine, la longueur de racine atteint 5,3mm au niveau de traitement D0. Ensuite, elle diminue à 2,6mm au niveau de D0.5 et 1,3mm en D2. Tandis qu'elle augmente à 11mm en D1 et 10 mm en D1,5.

Pour le maïs, les résultats obtenus au niveau de traitement D0 est 4,3mm. Postérieurement, LR diminue à 4mm au niveau D0,5 et 1,83mm au niveau D1, et nulle au niveau D1,5. Par contre, elle atteint 2mm au niveau D2.

Dans le sorgho, les résultats obtenus est égale à 3,3mm pour le témoin. Ultérieurement, LR diminue à 1,5 mm au niveau D0,5 et 2,3mm au niveau D1, et nulle au niveau de D1,5. Cependant, elle enregistre 3,16mm au niveau D2.

Tableau 2: Résultats de l'effet de la poudre des feuilles du Harmel sur la longueur de radicule des céréales.

Traitement Espèces	D 0	D0.5	D1	D1, 5	D2
Orge	9,66 ±1,52 A	5,00 ±4,00 B	4,33 ±0,57 B	1,50 ±0,86 B	3,33 ±1,15 B
Blé	6,00 ±4,00	2,66 ±2,88	1,16 ±0,28	0,00 ±0,00	1,50 ±0,50
Avoine	5,33 ±1,52 B	2,66 ±0,57 C	11,00 ±1,000 A	10,00 ±1,732 A	1,33 ±0,57 C
Mais	4,33 ±1,15 A	4,00 ±1,00 A	1,83 ±0,28 B	0,00 ±0,00 C	2,00 ±1,00 B
Sorgho	3,33 ±0,57 A	1,500 ±0,50 B	2,33 ±0,57 A	0,000 ±0,00 C	3,16 ±0,76 A

IV.1.3.Effet de l'extrait du Harmel sur la germination

Les résultats obtenus pour l'étude de l'effet de l'extrait la du Harmel sur la germination montrent des variances très hautement significatives pour l'orge et l'avoine et mais, hautement significatives chez le blé, et significative pour le sorgho (l'annexe3).

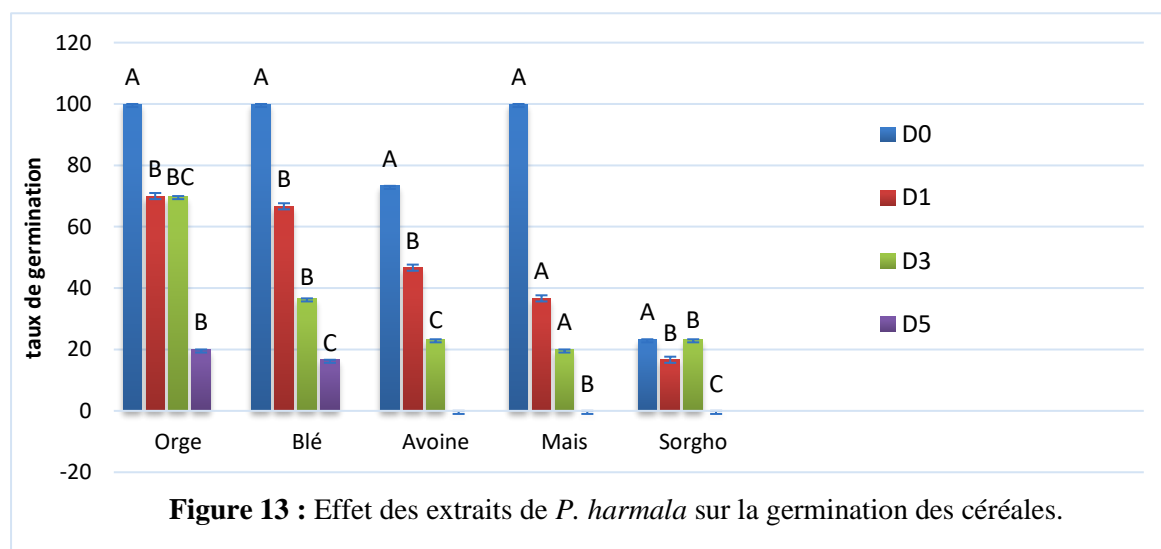
Pour l'orge, le taux de germination enregistré par le traitement témoin (D0) est de 100%. Par la suite, la germination diminue à 70% au niveau D1 et D3 à la fois, et 20% à D5.

Chez le blé, nous avons enregistré un taux germination de 100% au niveau de témoin. Ensuite, la germination diminue successivement à 66,6%, 36,6% et 16% respectivement avec les traitements D1, D3 et D5.

Pour l'avoine, la germination est égale à 73% pour le témoin, puis 46,6% (D1), Postérieurement, 23,3% (D3), et devenu nulle de pour D5.

Dans le maïs, le taux germination varie de 100% au niveau de témoin, à 36,6% chez D1, et 20% pour D3, et nulle chez D5.

Les résultats de test de germination de sorgho atteignent le maximum au niveau D0 et D3 avec un taux de 23,3%. Ensuite, le pourcentage de germination diminue à 16,6% à D1, et devenu nulle à D5.



IV.1.4. Effet de l'extrait du Harmel sur la longueur de radicule

Les résultats obtenus pour l'étude de l'effet de l'extrait du Harmel sur la longueur de racine montrent des variances non significatives pour le sorgho et blé, et significative pour l'orge, l'avoine et le maïs (l'annexe4).

Les résultats emportés (tableau3) montrent que l'extrait a un pouvoir inhibiteur sur le développement des LR. Cet effet inhibiteur des extraits varie d'une espèce à l'autre, et augmente avec la dose appliquée.

Pour l'orge, les résultats obtenus montrent qu'à au niveau de traitement témoins (D0) la valeur est égale à 12,33mm, et 11,00mm chez D1. Ensuite, elle diminue à 9,33mm pour D3 et D5 à la fois. Ces deux derniers sont classés dans le même groupement homogène (B).

Chez le blé, la valeur est de 12mm au niveau de traitement témoins (D0), suivi par la concentration D1 avec 6,6mm, et augmente à 9,6 mm pour D3, Ensuite, elle diminue à 6,6mm au niveau D5.

Dans avoine, le traitement témoins D0 enregistre 13mm. Ensuite, LR diminue successivement avec l'augmentation de la dose d'extrait, dont elle est de 7,3mm pour D1 et 5,6 chez D3, et nulle au niveau D5.

Pour le maïs, les résultats obtenus montrent au niveau de traitement témoins (D0) est de 9,6mm., Postérieurement, LR varie régressivement avec l'augmentation de la dose d'extrait, elle mesure 5mm, 3,6mm et 0,0mm pour les doses D1, D3 et D5 respectivement.

Pour le sorgho, les résultats présentent une longueur de 0,6mm au niveau D0 (témoin) et D3, et 1mm chez D1, et nulle pour D5.

Tableau3 : Résultats de l'effet des extraits de *P. harmala* sur la longueur de radicule

Traitement Espèce	D0	D1	D3	D5
Orge	12,333 ±0,577 A	11,000 ±1,732 AB	9,333 ±0,577 B	9,333 ±0,577 B
Blé	12,000 ±0,000 A	6,667 ±5,774 AB	9,667 ±0,577 AB	6,667 ±5,774 B
Avoine	13,000 ±0,000 A	7,333 ±6,429 AB	5,667 ±4,933 AB	0,000 ±0,000 B
Mais	9,667 ±1,528 A	5,000 ±4,359 AB	3,667 ±3,215 AB	0,000 ±0,000 B
Sorgho	0,667 ±0,577 A	1,000 ±0,000 AB	0,667 ±0,577 AB	0,000 ±0,000 B

IV.1.5. Effet de l'extrait du Harmel sur la croissance des espèces

La pulvérisation de l'extrait sur les plantules montre des actions variables d'une espèce à une autre. Cet effet est traduit par le flétrissement et le jaunissement des plantules cibles.

Les observations notées nous permettent de repérer que les espèces les plus sensibles sont le sorgho et le maïs, vu qu'elles sont déjà présentées des réactions sous le traitement D50%. En deuxième ordre c'est l'avoine, qui réagit avec la dose 100%. Alors que le blé puis l'orge ne présentent qu'une réaction partielle vis-à-vis de l'extrait des feuilles du Harmel à 100% (tableau4).

Tableaux4 : Résultat de l'effet de pulvérisation de l'extrait sur les plantules

	D 0			D 50 %			D 100 %		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Sorgho	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Mais	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Avoine	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Blé	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Orge	-	-	-	-	-	-	-	-	+

- (-) plantes ne sont pas touchées par les effets secondaires de l'extrait,
- (+) plantes sont touchées par les effets secondaires de l'extrait

IV.2. DISCUSSION

Les résultats que nous avons obtenus indiquent que notre utilisation de la poudre ou de l'extrait des feuilles de *P. harmala*, peut affecter la germination et/ou la croissance des espèces testées à différentes manières.

Selon nos résultats, il paraît que l'effet allélopathique du Harmel est plus important sur la germination des graines, un peu sur la longueur de radicule et limité sur la croissance des plantules. Aussi, l'influence de la poudre est moins importante que l'extrait. De plus, l'effet inhibiteur de l'extrait augmente progressivement avec la concentration.

Donc, tout cela peut être expliqué par le décret de Friedman (1995), qui indique que pour chaque espèce, l'allélopathie augmente lorsque la concentration de l'extrait augmente.

Toutefois, l'allélopathie ne se manifeste que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plante ou la graine cible.

Dans le même sens, Arslan et *al.*, (2005), Batish et *al.*, (2002) Nandal et Dhillon (2005), Turk et Tawaha (2003) et Uremis et *al.*, (2005), confirment que l'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits.

Les résultats obtenus nous permettent de déclarer que l'extrait de *P. harmala* possède une grande influence sur les trois paramètres mesurés des trois espèces : le sorgho, le maïs et l'avoine, surtout s'il est plus concentré, il inhibe complètement leur germination avec 5ml. Par contre, son influence est moins accentuée sur l'orge et le blé.

Ces résultats sont tous à fait identique aux travaux de Batish et *al.*, (2002), qui ont souligné l'inhibition de l'avoine, et à ceux de Benmedour (2010), qui a montré que les extraits aqueux de *P. harmala* n'affectent pas la germination des graines du blé dur. De plus, Rice (1984) ajoute que les effets positifs des plantes sur d'autres sont aussi des effets allélopathiques.

Tous ces résultats peuvent être commenté par Kartal et *al.*, (2003), qui ont indiqué que *Peganum* contenait un grand nombre de composés inhibiteurs/toxiques, susceptibles d'inhiber ou de ralentir le processus de germination des graines.

Ces résultats peuvent être expliquées aussi par la déclaration de Kruse et *al.*, (2000) 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 racine. Bien qu'il se rapporte à certaines graines, ils ne sont pas affectés et complètent leur croissance.

En outre, Lovett et *al.*, (1989) et An et *al.*, (1997), ajoutent que la germination et la croissance de jeunes plantules sont des stades physiologiques correspondants à des phases particulièrement sensibles aux effets allélopathiques. De plus, Sharma et *al.*, (1982), ont montré que l'effet allélopathique est plus important sur la germination des graines puis sur les racines, et plus faible sur les feuilles.

CONCLUSION

CONCLUSION

Dans le but d'encourager l'évaluation de patrimoine national des espèces végétales. Cette étude conçoit un pas sur le chemin d'exploitation des biopesticides potentiels trouvés sur le territoire national.

L'objectif spécifique de cette étude est de découvrir la possibilité d'utiliser *P. harmala* comme biopesticide naturel sur cinq espèces céréalières cultivés en Algérie, à savoir : le blé, l'orge, le maïs, l'avoine et le sorgho.

En guise de conclusion de notre expérimentation, dont nous sommes intéressés à étude de l'effet *P. harmala* L. sur la germination et la croissance des plantules des céréales.

Dans les conditions de notre étude, ce travail nous a permet de conclure que :

- La plante *P. harmala* possède des propriétés allélopathique quelque soit mode d'utilisation, soit en poudre ou en extrait.
- Les effets allélopathiques du Harmel accroissent progressivement avec les doses appliquées,
- Ces effets sont plus accentués en forme d'extrait qu'en forme de poudre,
- Les céréales les plus sensibles aux effets allélopathiques de Harmel sont le sorgho, le maïs et l'avoine, pour lesquelles, la germination est complètement arrêtée à 5ml, tandis qu'est égale à 20% et 16,66% chez l'orge et le blé respectivement.
- Le blé est la seule espèce dont la longueur de radicule n'a pas effectué parle Harmel.
- La croissance des plantules de sorgho et de maïs sont perturbé sous la pulvérisation d'un extrait diluée (50%), alors que l'avoine obit à l'effets de l'extrait concentré (100%).

Pour cela, nous pouvons dire, que l'utilisation de l'extrait ou la poudre du Harmel, sur les cultures céréalières est possible mais avec prudence, en tenant compte de l'espèce cultivée et la dose appliquée.

Au vu de ces résultats, nous suggérons de rechercher d'avantage, à fin d'envisager la potentialité d'utiliser *P. harmala* comme biopesticide, en le testant sur autres cultures.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les listes des références bibliographiques

- Aboura R. (2006). Comparaison phytoécologiques des atriplexaies situées au Nord et au sud de Tlemcen. Thèse de Magister en Ecologie Végétale, Université Abou Baker Belkaid, Tlemcen, Algérie., 157
- AMMARI Dounia et SLATNIA Marwa Activité antimicrobiennes de « *Peganum harmala* L » Analyse d'articles 2022, MÉMOIRE DE MASTER en Microbiologie appliquée p3.
- Aouadhi, S. 2010. Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle étude De 57 plantes recommandées par les herboristes ,15-166.
- Asgarpanah ,J et Ramezanloo,F. 2012 . Chemistry, pharmacology and medicinal properties of *Peganumharmala*L. African Journal of Pharmacy and Pharmacology Vol, 6(22), pp. 1573-1580, 15 June, 2012 Available online at.
- Anonyme, 2003. Les Céréales Département AGER. INA. P-G. Maison. 86p. p 18 et 21.
- Arslan, M., I. Uremis and A. Uludag. 2005. Determining bio-herbicidal potential of rapeseed, radish and turnip extracts on germination inhibition of cutleaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. Journal of Agronomy 4:134-137.
- Assoko, J. T., (2022). Céréales : l'Algérie veut compter sur son « stock de sécurité »,<https://www.jeuneafrique.com/>.
- Baba Aissa, F. 1999 Encyclopédie des plantes utilisées Flore d'Algérie et du Maghreb. Edas, P368. IRD, 2008. Les dossiers thématiques de l'Institut de recherche pour le développement. Les sols sont fragiles. 21p.
- Barralis, G., & Chadoeuf, R. (1987). Potentiel semencier des terres arables. *Weed Research*, 27(6), 417-424.
- Batish, D. R., H. P. Singh, R. K. Kohli, D. B. Saxena and S. Kaur. 2002. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. Environmental and experimental botany 47(2):149-155.
- Berdai, M., Labib, S and Harandou ,M.2014. Case Report *Peganumharmala* L. Intoxication in a Pregnant Woman. Case Reports in Emergency Médecine. Tees dans la région de m'sila. Sciences et Technologie 42,21-30pp
- Bouziane, N. 2012. Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbiaguyoniana* and Reut.(*Euphorbiaceae*) et de *Peganumharmala* L. (*Zygophyllaceae*) récoltés au Sahara Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskål,1775), 82pThèse De Magister: Université kasdiMerbah- Ouargla.46p.
- Benali, A., 2021. Céréales en Algérie : la FAO prévoit un recul de 38% de la récolte et une hausse des importations.
- Benmeddour, T. et Fenni M. 2008. Biologie et écologie de Ganida (*Kochia scoparia* (L.) Schrad) : plante envahissante du périmètre de l'Outaya, Biskra. Colloque international sur l'aridoculture : optimisation des productions agricoles et développement durable, centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA), 13-14 Décembre 2008, Biskra, Algérie.

- Brunel S. et J. Tison, (2005). Study on invasive plants in the Mediterranean Basin. *rencontre environnement*, n° 59 : 49 - 50 p.
- Chehema .A, 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Université KasdiMerbah, Ouargla, faculté des sciences et sciences de l'ingénieur, laboratoire de recherche : « protection des ecosystèmes en zones arides et semi-arides » Avril 2006
- Chopra, C., Abrol, B et Handa, K. 1960 . Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Ed UNESCO, Rome ,97pp.
- Chabane, M., & Boussard, J. M. (2020)- La production céréalière en Algérie: Des réalités d'aujourd'hui aux perspectives stratégiques de demain. p 04.
- CHOPRA C., ABROL B.K. and HANDA K.L. (1960). Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Ed UNESCO, Rome., 97.
- Clerget B. 2004. Le rôle du photopériodisme dans l'élaboration du rendement de trois variétés de sorgho cultivées en Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique Paris Grignon, France. 114p. p 11.
- Cruz J. F, hounhouigan, D., et Lessard, F. 1992. La conservation des grains après récolte. Éditions Quae, CTA, presses agronomique de Gembloux.
- DUBIEF, P., 2020. Des chiffres et des céréales. Paris.
- Djermoun, A., 2009, La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Département d'Agronomie, Université de Hassiba Benbouali de Chlef.
- Dubuis A., (1973). Les principaux espèces des mauvaises herbes et leur écologie en Algérie. Séminaire National de désherbage des céréales d'hiver. pp : 9-13.
- Fenni M., (2003). Etude des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises .Ecologie, dynamique, phénologie et biologie des bromes. Thèse doctorat d'état, Université de Sétif, 165 p.
- FAO, 2024 <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>
- Friedman, J. 1995. Allelopathy, Autotoxicity, and germination. In *Seed development and germination*. CRC Press, Florida. pp. 629-643.
- Guefifa Adlane 2016 Etude de l'effet de la salinité sur la germination de *Péganum harmala L*, Mémoire Maste en amélioration des plantes et biotechnologie.
- Hannachi A, (2010). Etude des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna.
- Jodoin, N., 2019. L'utilisation des céréales de 1983 à 2028.
- 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
- LORBI Zohra le Impact des pratiques culturales sur le rendement des céréales MÉMOIRE DE MASTER, Analyse d'articles 2022 en sciences agronomiques p13.19.20.
- MAHMOUDIAN M., JALILPOUR H. and SALEHIAN P. (2002). Toxicity of *Peganum harmala L*. Review and a Case Report. Iran. J. Pharma., 1, 1-4.

- Macías, F. A., J. M. G. Molinillo, R. M. Varela and J. C. G. Galindo. 2007. Allelopathy – a natural alternative for weed control: a review. *Pest Management Science* 63:327-348.
- MOLOUDIZARGARI M., MIKAILI P., AGHAJANSHAKERI S., HOSSEIN A.M. and SHAYEGH J. (2013). Pharmacological and therapeutic effects of *PeganumharmalaL.* and its main alkaloids. *Pharmacogn.* 7(14), 199–212.
- Nandal, D. P. S. and A. Dhillon. 2005. Allelopathic effects of poplar (*Populus deltoides* Bartr Ex Marsh): an assessment on the response of wheat varieties under laboratory and field conditions. 4th World Congress on Allelopathy, 21-26 August 2005, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia. Available at http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/1/2449_nandal.htm [10/08/2009].
- NEDJIMI B. and GUIT B. (2012). Les steppes algériennes : causes de déséquilibre. *Algérien journal of aride environment.* 2 (2), 50–61.
- Nissar Ahmad Khan, Aamir Raina, Nasir Aziz Wagay, Younas Rasheed Tantray. 2017. Distribution, Status, Pharmacological, and Traditional importance of *Peganum harmalaL.* *International journal of advance research in science and engineering.* Vol. No.6.
- Olofsson, M., L. B. Jensen and B. Curtois. 2002. Improving crop competitive ability using allelopathy – an example from rice. *Plant Breeding* 121:1-9
- Rice, E. L. 1984, *Allelopathy.* 2nd Edition, Academic Press, New York. 422 p
- Sánchez-Moreiras, A. M., O. A. Weiss and M. J. Reigosa-Roger. 2004. Allelopathic evidence in the Poaceae. *The Botanical Review* 69:300–319.
- Sharma, K. D., K. L. Sidana and N. R. Singhvi. 1982. Allelopathic effect of *Peganum harmala* Linn. On *Pennisetum Typhoideum* L. (Bajra). *Indian Journal of Botany* 5:115-119.
- Turk, M. A. and A. M. Tawaha. 2003. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). *Crop protection* 22(4):673-677
- Uremis, I., M. Arslan and A. Uludag. 2005. Allelopathic effects of some brassica species on germination and growth of cutleaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. *Journal of Biological Sciences* 5:661-665

ANNEXES

Annexe 1

Tableaux d'analyses des variances de l'effet de la poudre du Harmel sur les germinations des grains

Le blé

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	27160,000	14	1940,000		
Var. FACTEUR 1	25760,000	4	6440,000	46,000	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	1400,000	10	140,000		

L'orge

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	773,333	14	55,238		
Var. FACTEUR 1	506,667	4	126,667	4,750	0,021
VAR.RESIDUELLE 1	266,667	10	26,667		

Le maïs

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	21040,000	14	1502,857		
Var. FACTEUR 1	15906,667	4	3976,667	7,747	0,004
VAR.RESIDUELLE 1	5133,333	10	513,333		

L'avoine

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	20760,000	14	1482,857		
Var. FACTEUR 1	19026,667	4	4756,667	27,442	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	1733,333	10	173,333		

Le sorgho

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	22693,333	14	1620,952		
Var. FACTEUR 1	19160,000	4	4790,000	13,557	0,001
VAR.RESIDUELLE 1	3533,333	10	353,333		

Annexe 2

Tableaux d'analyses des variances d'Effet de la poudre du Harmel sur les longueurs des radicules

Le blé

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	112,433	14	8,031		
Var. FACTEUR 1	63,100	4	15,775	3,198	0,062
VAR.RESIDUELLE					
1	49,333	10	4,933		

L'orge

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	152,433	14	10,888		
Var. FACTEUR 1	110,933	4	27,733	6,683	0,007
VAR.RESIDUELLE					
1	41,500	10	4,150		

Le maïs

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	44,433	14	3,174		
Var .FACTEUR 1	37,600	4	9,400	13,756	0,001
VAR.RESIDUELLE					
1	6,833	10	0,683		

L'avoine

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	236,933	14	16,924		
Var. FACTEUR 1	222,933	4	55,733	39,810	0,000
VAR.RESIDUELLE					
1	14,000	10	1,400		

Le sorgho

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	25,433	14	1,817		
Var. FACTEUR 1	22,433	4	5,608	18,694	0,000
VAR.RESIDUELLE					
1	3,000	10	0,300		

Annexe 3

Tableaux d'analyse des variances de l'effet de l'extrait du Harmel sur les germinations des grains

L'orge

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	11100,000	11	1009,091		
Var.FACTEUR 1	9900,000	3	3300,000	22,000	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	1200,000	8	150,000		

Le blé

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	14300,000	11	1300,000		
Var.FACTEUR 1	11900,000	3	3966,667	13,222	0,002
VAR.RESIDUELLE 1	2400,000	8	300,000		

L'avoine

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	9091,667	11	826,515		
Var.FACTEUR 1	8891,667	3	2963,889	118,556	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	200,000	8	25,000		

Le maïs

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	17691,667	11	1608,333		
Var.FACTEUR 1	16825,000	3	5608,333	51,769	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	866,667	8	108,333		

Le sorgho

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	1491,667	11	135,606		
Var.FACTEUR 1	1091,667	3	363,889	7,278	0,012
VAR.RESIDUELLE 1	400,000	8	50,000		

Annexe 4

Tableaux d'analyse des variances de l'effets d'extrait du Harmel sur les longueurs des racicules

Le blé

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	194,250	11	17,659		
Var.FACTEUR 1	60,250	3	20,083	1,199	0,371
VAR.RESIDUELLE 1	134,000	8	16,750		

L'orge

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	27,000	11	2,455		
Var.FACTEUR 1	19,000	3	6,333	6,333	0,017
VAR.RESIDUELLE 1	8,000	8	1,000		

Le maïs

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	206,917	11	18,811		
Var.FACTEUR 1	143,583	3	47,861	6,046	0,019
VAR.RESIDUELLE 1	63,333	8	7,917		

L'avoine

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	389,000	11	35,364		
Var.FACTEUR 1	257,667	3	85,889	5,232	0,028
VAR.RESIDUELLE 1	131,333	8	16,417		

Le sorgho

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	2,917	11	0,265		
Var. FACTEUR 1	1,583	3	0,528	3,167	0,085
VAR.RESIDUELLE 1	1,333	8	0,167		