



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



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

*Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en*

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

Présentée par : **YAHLA ALIA**

Thème

**L'activité insecticide de la diatomite et de l'huile essentielle
d'*Ammoide verticillata* sur le bioagresseur des gaines stockées
Tribolium confusum dans la région de Tissemsilt**

Soutenu le : **14/06/2023**

Président	MOHAMED Cherif Abdellah	Univ-Tissemsilt
Encadrant	BOUNOUIRA Yassine	Univ-Tissemsilt
Examineur	CHOUHIM Kada Amine	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : **2022-2023**



Remerciements

JE tiens tout d'abord à remercier Dieu tout puissant et miséricordieux, qui je a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

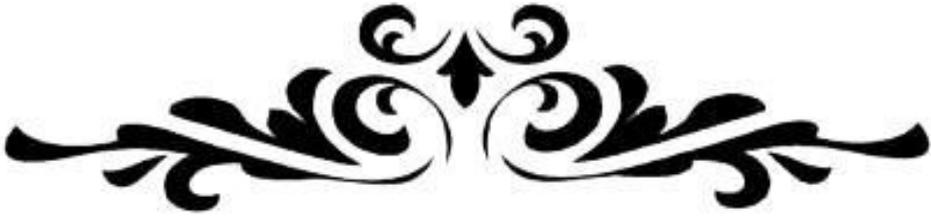
La première Personne que je tiens à remercier Honorable Professeur Encadrant Dr. BOUNOUIRA Yassine, maître à l'université de Tissemsilt Faculté des sciences et de la technologie, pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Toute l'appréciation et le respect au personnel du superviseur pour avoir discuté de ce message le président MOHAMED CHERIF et l'examineur CHOUHIM Kada Amine .

Je tiens également à remercier mon amie de mémoire, Mme Wissam Lazirou, pour tous ses efforts pour mener à bien ce travail.

En fin, je veux remercier toute personne qui m'a soutenue de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



Dédicaces

Ant tout, je me prosterne devant le tout puissant Allah de m'avoir donné
la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Je voudrais dédier cet humble travail à mes chers parents :

Ma mère et mon père, par respect pour leurs grands sacrifices, leurs encouragements et leur aide continus, leurs sentiments sincères, l'amour et la tendresse qu'ils m'ont témoignés, que ce travail soit l'accomplissement de leurs désirs et le fruit de leur soutien.

Aussi, à mon cher frère pour ton amour, ta tendresse, ta présence à mes côtés,
ton soutien moral et ta présence avec moi.

Je remercie ma sœur Retadje pour ses prières pour mon succès et la joie de
l'obtention du diplôme

A tous les membres de ma famille et amis proches pour leur soutien moral.

Et je souhaite à tous une vie heureuse pleine de santé et de bonheur

ALIA

LISTE DES ABREVIATIONS :

Kg	kilogramme.
An	une année
%	pourcentage
TD	Terre diatomite
OAIC	déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréalesmondiale
J-C	avant notre ére
°C	température celsius
CCLS	coopérative des céréales et des légumes secs.
mm	milli mètre
T.confusum	Tribolium confusum.
O2	dioxygène.
Cm	centimètre
H2o	eau
SIO2	dioxyde de silicium
XIX	19 siècle.
HMS	L'expédition du H.M.S. Challenger fut la première grande campagne océanographique
µm :	Micromètre.
MT	Million de tonnes
KT	Kilo Tone
C15H24	sesquiterpènes.

C5H8	méthylbutadiène.
C10H16	Limonene
N	Nord.
E	Est
« T ».	Température.
« M ».	Température maximale
« m ».	Température minimale
CaO	oxyde de calcium
AL2O3	l'oxyde Aluminium
Fe2O3	oxyde de fer.
MgO	oxyde de magnésium
Na2O	oxyde de sodium
K2O	oxyde de potassium
TiO2	oxyde de titane.
P2O5	oxyde de phosphore
SO3	trioxyde de soufre
PAF	perte au feu.
P	précipitation.
I	Indice
Mg	Le milligramme
Cm²	Centimètre carré

h	Heure
HL	Huile Essentielle.
g	gramme
µl	microlitre
ANOVA	Analysis of variance
CL50	Concentration létale de 50 % de la population
CL90	Concentration létale de 90 % de la population

Table des matières:

REMERCIEMENTS	
DEDICACE	
LISTE D'ABREVIATION	
SOMMAIRE	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
INTRODUCTION :	1
CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Le blé	4
1. Généralité sur le blé :	4
2 Histoire et origine :	4
3 Biologie du blé :	5
3.1 Biologie de blé dur :	5
3.2 Biologie de blé tendre :	6
4Taxonomie du blé :	7
2production et consommation de blé dans le monde et en Algérie :	8
2.1 Dans le monde :	8
2.2 En Algérie :	8
3 Le stockage actuel des céréales enAlgérie:	8
3.1 Stockage :	10
4. Principaux ravageurs des denrées stockées :	10
4.1. Rongeurs :	10
4.2: Oiseaux	11
4.3: Microorganismes	12
4.4: Insectes:	12
II. L'insecte <i>Tribolium confusum</i>	13
1Présentation de <i>Tribolium confusum</i>:	13
1.1: Généralités:	13
1.2: Classification de <i>Tribolium confusum</i>	13
1.3: Origine et distribution géographique :	13
1.4. Description morphologique	14
1.5: Description des différents stades de développement du <i>T. confusum</i>	14
L'ouef	15
Larve	15
Nymphe	15
Adulte	15
1.6: La biologie de <i>Tribolium confusum</i>:	16
2: Les moyens de lutte contre le <i>T. confusum</i> :	16
2.1: Lutte préventive	16

2.2: La lutte curative	16
La lutte physique	16
Lutte chimique:	17
Lutte biologique	17
La Lutte biotechnologique	18
3: Régime alimentaire et dégâts causés par <i>T. confusum</i> :	18
III. LA DIATOMITE	19
1. Généralité :	19
1.1. Définition de la diatomite	19
1.2 Historique:	20
1.3. Structure cellulaire :	21
2. La biologie des diatomées	22
3. Reserve et Production de la diatomite	23
3.1. Dans le monde	23
3.2 En Algérie :	23
4. Utilisation de la diatomite:	24
IV. Les huiles essentielles	25
1 Définition :	25
2 Classification des huiles essentielles :	25
3 Composition chimique :	25
4 Utilisation des huiles essentielles :	26
4.1 Les activités biologiques des huiles essentielles dans la protection des cultures :	26
4.1.1 Activité insecticide des huiles essentielles:	26
4.1.2 Activité antibactérienne :	27
4.1.3 Activité antifongique :	27
4.1.4. Activité antioxydante des huiles essentielles :	28
4.1.5 Activité antiparasitaire	28
4.1.6 Activité antivirale	28
4.2 Toxicité des huiles essentielles :	28
CHAPITRE 2 : PARTIE EXPERIMENTALES	
PARTIE I : ETUDE DU MILIEU	
1 Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt	31
2 Caractéristiques climatiques	31
2.1 Précipitations	32
2.2 Températures	32
2.2.1 Températures moyennes mensuelles	33
2.2.2 Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud « M »	33
2.2.3 Températures moyennes des minima du mois le plus froid « m »	33
3. Synthèse bioclimatique :	33
3.1. Indice d'aridité de Martonne	34
3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :	34

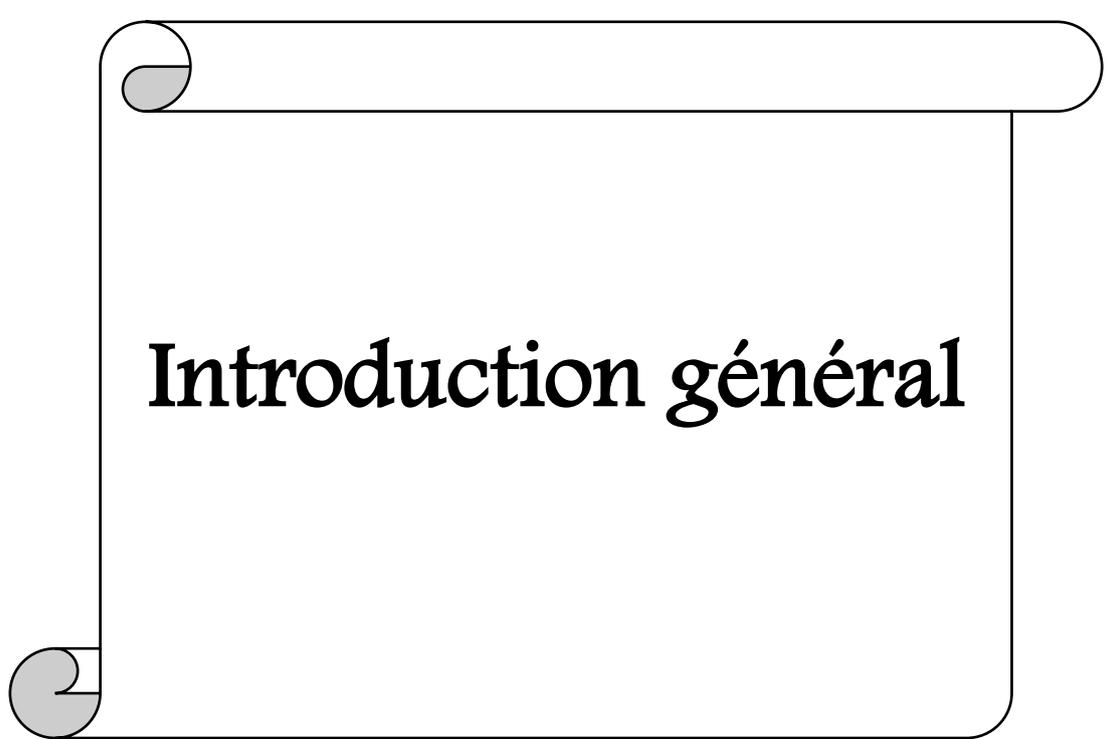
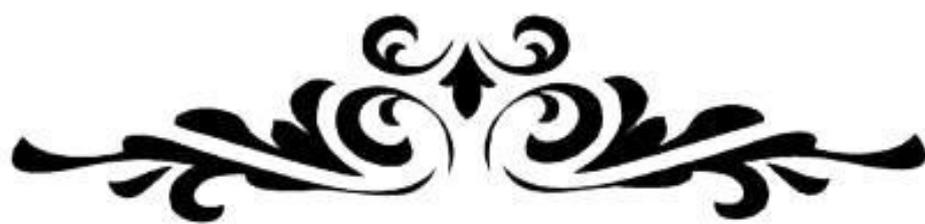
3.3. Quotient pluvio thermique et clima gramme d'Emberger	35
Partie II : Partie expérimentale	
1 .Objectif de travail :	36
1.1.L'activité insecticide de la diatomite	36
2. Activité insecticide de la diatomite contre le <i>Tribolium confusum</i>	36
2.1. Collecte des insectes et bio-essais dans le laboratoire	36
2.2 Tests insecticides	36
2.2.1 L 'activité insecticide de l'huile essentielle :	37
2.2.1.1 Etude de l'huile essentielle	37
2.2.1.2 Collecte de la plante <i>Ammoides verticillata</i> :	37
2.2.1.2.1 Extraction de l'huile essentielle d'<i>Ammoides Verticillata</i> par hydrodistillation :	38
2.2.1.2.2 Conservation des huiles essentielles :	38
3 L'activité insecticide de l'huile essentielle d'<i>Ammoides verticillata</i> sur les larves de <i>Tribolium confusum</i> :	39
4 Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats	39
CHAPITRE 3: RESULTATS ET DISCUSSION.	
1 Concentrations de la diatomite efficaces	42
2 Concentrations de l'huile essentielle de l'<i>Ammoïdes verticillata</i> efficaces	44
3 Estimation des valeurs de concentration létale (CL) pour la population de <i>Tribolium confusum</i>	46
DISCUSSION	
1.la diatomite :	48
2. Les huiles essentielles (HE) :	48
L'effet de mortalités :	49
Conclusion	53
Références Bibliographiés	
Résumé	

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau1: Classification du blé tendre.	7
Tableau2: Évolution de la production (millions de tonne) des blés en Algérie) .	9
Tableau3: Principaux insectes ravageurs coléoptères des denrées stockées .	11
Tableau4:: Principaux insectes ravageurs lépidoptères des denrées stockées .	12
Tableau5: Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie	12
Tableau6: Principaux gisements de diatomite d'Algérie.	24
Tableau7 : Stations météorologiques étudiées (ancienne et nouvelle période)	32
Tableau 8: la précipitation dans la wilaya de Tissemsilt pendant six-ans (2016-2022)	32
Tableau 9 : Indice d'aridité de Martonne	34
Tableau 10 : Quotient pluviothermique d'Emberger	35
Tableau 11: Test ANOVA pour la mortalité de la population de <i>Tribolium confusum</i> traités avec la terre de diatomée (TD).	42
Tableau 12: Susceptibilité de la population de <i>Tribolium confusum</i> aux différentes concentrations de la diatomite.	43
Tableau 13: Valeurs estimées des concentrations létales après traitement par la diatomite sur la population de <i>Tribolium confusum</i> .	44
Tableau 14 : Test ANOVA pour la mortalité de la population de <i>Tribolium confusum</i> traités avec l'huile essentielle de l' <i>Ammoïdes verticillata</i> .	45
Tableau 15 : Susceptibilité de la population de <i>Tribolium confusum</i> aux différentes concentrations de l'huile essentielle de l' <i>Ammoïdes verticillata</i>	46
Tableau 16 : Valeurs estimées des concentrations létales après traitement par l'huile essentielle de l' <i>Ammoïdes verticillata</i> sur la population de <i>Tribolium confusum</i> .	46

LISTE DES FIGEURES

Figure 1 : coupe longitudinale d'un grain de blé .	6
Figure2 : le blé tendre .	7
Figure3 : Anatomie d'un <i>Tribolium confusum</i> .	14
Figure4 : Les œufs de <i>T. confusum</i> G 40 ×2 (Originale, 2017).	14
Figure5 : La larve de <i>T. confusum</i> (G:40×2).	15
Figure6 :La nymphe de <i>T. confusum</i> (G:40×2).	15
Figure7 :Adulte de <i>T. confusum</i> .	16
Figure 8 : Dégâts de <i>Tribolium castaneum</i> sur la semoule.	19
Figure9 : Photo d'un échantillon de diatomite de la mine de Sig .	20
Figure 10 : Structure du frustule d'une diatomée (<i>Navicula</i> sp.) .	21
Figure 11 :structure microscopique de la diatomite.	21
Figure12 : Images de diatomées au microscope optique et électronique	22
Figure 13 :situation générale de la wilaya de Tissemsilt.	31
Figure 14 :Variation des moyennes mensuelles des températures de la période (1984-2018)	33
Figure 15 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (1984-2018)	34
Figure16 : Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q2) de la période (1984-2018)	35
Figure17 :Bio-essais contre les <i>Triboliumconfusum</i> (original)	37
Figure18 :Description d' <i>Ammoidesverticillata</i>	37
Figure19 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation	38
Figure 20 :Test de mortalité d'huile essentielle d' <i>Ammoidesverticillata</i> sur les larves de <i>Triboliumconfusum</i> (original)	39
Figure 21 : Test de la mortalité de la population de <i>Tribolium confusum</i> traités avec la terre de diatomée (TD)	43
Figure 22 : Test de la mortalité de la population de <i>Tribolium confusum</i> traités avec l'huile essentielle de l' <i>Ammoïdes verticillata</i> .	45

A decorative scroll frame with a black outline and grey shading on the rolled-up ends, containing the text.

Introduction général

INTRODUCTION :

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**Slama et al., 2005**). Elles fournissent 50 % de l'apport énergétique moyen de l'être humain et 60% des matières premières utilisées dans la fabrication des aliments composés pour le bétail.

Le blé est l'une des principales céréales cultivées dans le monde, avec le riz, le maïs, l'orge et le sorgho. Elles fournissent plus de 60% des calories et des apports en protéines de l'alimentation humaine. Une des particularités du blé réside dans la forte teneur en amidon (70%) et en gluten (15%) de ses grains. Le blé est au centre de l'alimentation humaine en tant qu'ingrédient principal pour la fabrication du pain, de la semoule, des biscuits et des pâtes (**Zia-Ur-Rahman, 2006**).

En Algérie, la filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole (**Djermoun, 2009**). Elle occupe une superficie de 3.5 millions d'hectares avec 1,6 million d'hectares de blé dur. La consommation des produits céréaliers en Algérie est d'environ 205 kg /hab/an (**Chehat, 2007**). et sont généralement stockées pour fournir des réserves alimentaires et fourragères ainsi que des semences pour la plantation.

Le bon stockage de blé et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains. De nombreuses pertes sont encore constatées chez les producteurs, qu'au niveau central dans les magasins et silos. Les pertes sont essentiellement dues aux insectes, aux rongeurs, aux moisissures et bactéries. (**Khayra, et al. 2019**).

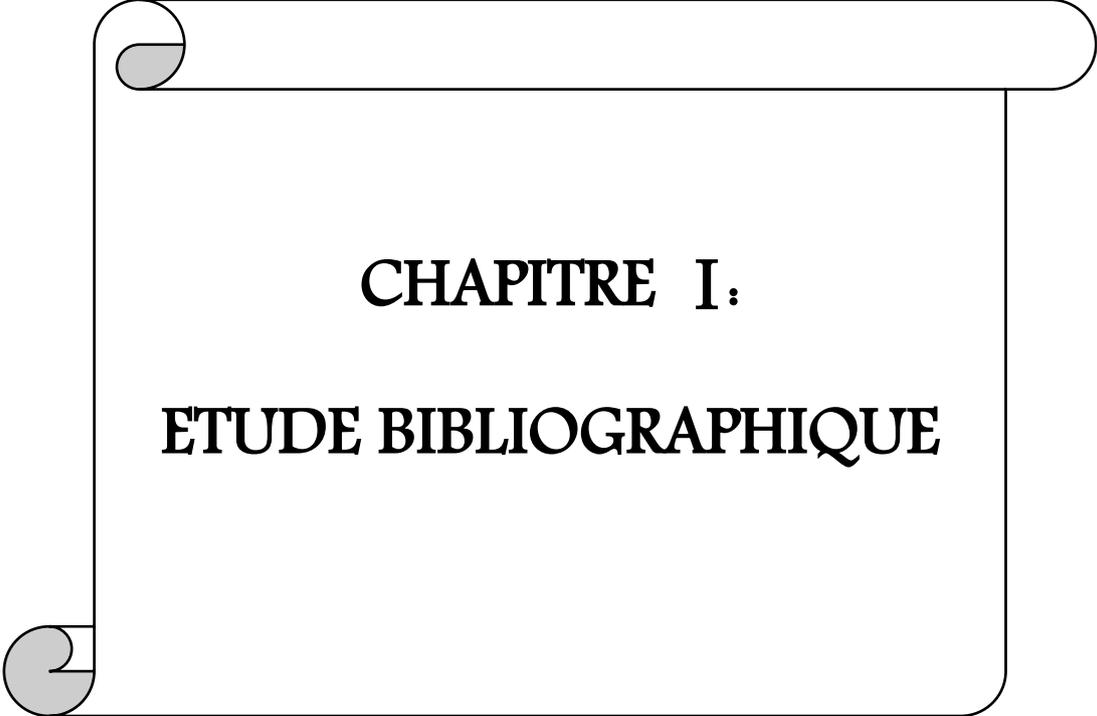
Les denrées stockées sont fortement exposées aux attaques des insectes ravageurs comme (*Tribolium confusum*). Ces ravageurs causent des dommages aux grains entraînant ainsi des pertes à la fois qualitatives et quantitatives. La principale raison de leur apparition est la présence de climats favorables à leur croissance et à leur survie. Certains ravageurs commencent à endommager les graines au stade de la maturation et continuent pendant le stockage (**Pruthi et Singh, 1950**). Des pertes pouvant dépassées 35% sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (**O.A.I.C.**) (**Ahmad, 2016**).

L'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles (**SOEJARTO et al., 1989**). De plus, les insecticides de synthèse pénètrent dans les grains stockés et deviennent souvent toxiques pour le consommateur (**OGENDO et al., 2004**). C'est pourquoi il est impératif d'adopter une stratégie globale de protection intégrée des cultures, donnant la priorité aux méthodes préventives et aux solutions biologiques d'intervention (**Kebdani, 2017**). Tels que Les terres à diatomées (TD) sont des substances d'origine naturelle qui ont été

INTRODUCTION GENERAL

certifiées comme insecticides organiques et qui sont non toxiques et écologiquement bénignes (**Ross, 1981**).

Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides d'origine botanique les plus efficaces, et leurs huiles essentielles constituent une source riche de produits chimiques bioactifs. Les biopesticides à base des huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides (**ISMAN, 2000**).

A decorative scroll frame with rounded corners and a shaded inner border, containing the chapter title.

CHAPITRE I.
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Le blé

1. Généralité sur le blé :

Dans tous les pays du monde, les céréales ont une grande importance dans l'alimentation de l'homme et de l'animal Ceci diffère selon leur consommation. La majorité des céréales appartiennent à la famille des graminées (*Poacées*), et cela est estimé à un milliard de céréales des produits, et ce sont : du blé, mais, le Millet, le sorgho. (Moule, 1971) Les céréales sont généralement cultivées dans les régions du bassin méditerranéen. Le climat de ces régions est caractérisé par de faibles précipitations et des températures élevées. De plus, ce sont des régions sèches et désertifiées (Neffar, 2013).

En Algérie, le secteur céréalier est l'un des plus importants secteurs connus depuis l'Antiquité pour la production agricole, car il occupe une position stratégique estimée à 3,3 millions soit 40% de la surface agricole utile. (Anonyme, 2011) Le blé occupe une place prépondérante parmi les cultures céréalières majoritaires des ressources énergétiques dont dépend le peuple algérien.

-Le blé une espèce qui appartient aux familles des graminées c'est une plante herbacée monocotylédone dont des fruits secs et inodores sont appelés *caryopses* (Feuillet, 2000).

Il existe plus de 20000 types de blé dont deux types de base sont communs à savoir le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Boutigny, 2007), qui se différencient par leurs caractéristiques morphologiques, technologiques, physiologiques, aussi par la friabilité de l'amidon qui est important pour le blé tendre et permet la transformation en farine et le blé dur détourne la semoule (Hamadache, 2013).

2. Histoire et origine :

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'Homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans avant J-C dans la région de croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée de Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Irak et la bordure Ouest de l'Iran (FELDMAN, 2001).

Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phonologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques (Monneveux, 1991).

En Algérie, une grande diversité des blés cultivés était observée. En effet, au début du siècle une multitude de variétés et /ou populations de terroirs étaient cultivées, mais depuis la fin des années 1960, la gamme variétale locale a commencé à régresser sous les introductions massives des blés dits à haut potentiel génétique (Abdelguerfi et Laouar, 2000)

3.Biologie du blé :

3.1. Biologie de blé dur :

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui sont caractérisées par des critères morphologiques particuliers.

- **La tige** aérienne porte le nom de chaume ; elle est creuse et cylindrique ; sa cavité est interrompue régulièrement, au niveau des nœuds, par des diaphragmes. La partie végétative du chaume se ramifie fréquemment à la base. Au niveau des nœuds, au contact du sol, apparaissent des bourgeons et des racines engendrant un nouvel axe feuillé (**Dupont., Guignard, 2012.**).

- **Les racines** du blé sont pourvues de nombreuses racines, dites fasciculées vu leur forme en faisceaux, qui prennent naissance à la base de la tige. Elles sont de type fasciculé dont ; 55 % du poids total des racines se trouve entre 0 et 25 cm de profondeur (**Clement et Prat, 1970.**).

- **Les feuilles** sont alternées, ligulées et engainantes. Elles ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe (**Clement et Prat, 1970.**).

- L'inflorescence est toujours en épillets associés en inflorescence épis, se recouvrant étroitement les uns aux autres (**Bonjean et Picard, 1990.**).

- **Le grain** de blé dur est un fruit, appelé caryopse, c'est-à-dire un akène dont l'enveloppe est intimement soudée au tégument de la graine (**Dupont et Guignard, 2012.**).

Histologiquement, le grain de blé dur est formé de trois types de tissu : legerme (3%), les enveloppes (13-16% du grain) et l'albumen (80-85% du grain) (**Kent et Evers, 1994, Barron et al., 2007.**).

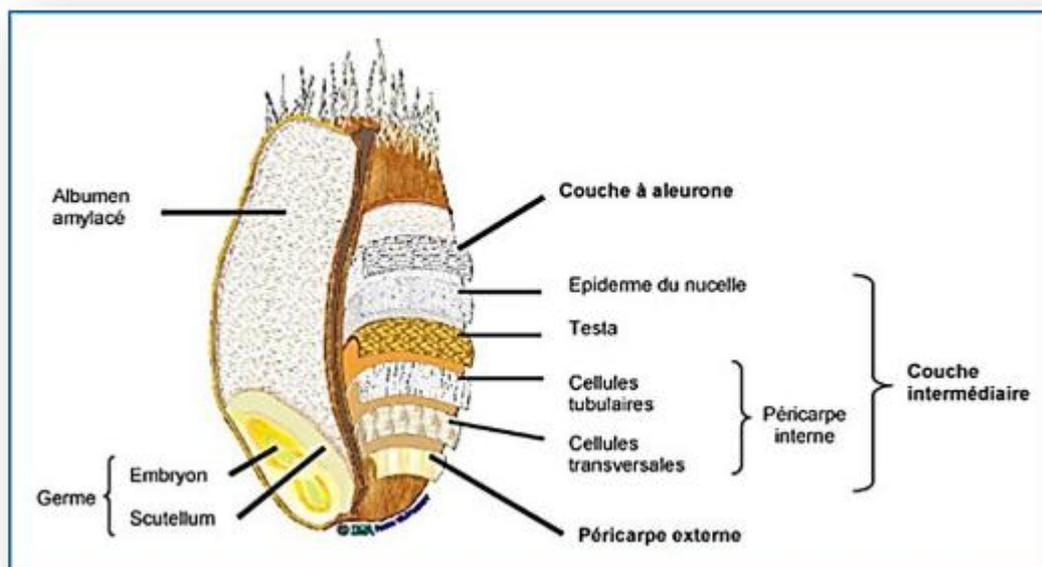


Figure 1 :Structure du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

3.2. Biologie de blé tendre :

Selon **Lersten (1987)**, le blé tendre (*aestivum*) est une graminée annuelle ou annuelle hivernale, de hauteur moyenne. Les feuilles ont un limbe plan, et l'inflorescence est un épi terminal, à fleurs parfaites. L'état végétatif de la plante se caractérise par la présence d'un plateau de tallage, dont les bourgeons axillaires se transforment en tiges feuillées. Les tiges, appelées chaumes, possèdent cinq à sept nœuds ainsi que trois ou quatre feuilles véritables. La feuille la plus haute, ou dernière feuille, sous-tend l'inflorescence. Chaque chaume produit un épi composé, dont les ramifications sont les épillets. Les épillets sont portés par le rachis, ou axe principal de l'épi, et séparés par de courts entre-nœuds. Chaque épillet est un axe reproducteur condensé, sous-tendu par deux bractées stériles appelées glumes. Les glumes enveloppent les deux à cinq fleurs, portées chacune par un court pédicelle appelé rachéole. La fleur possède trois étamines se terminant chacune par une grande anthère ; le pistil comprend un seul ovaire, un seul ovule et deux styles se terminant chacun par un stigmate plumeux et ramifié. La température minimale de germination des graines du blé tendre se situe entre 3 et 4°C. La floraison débute lorsque la température dépasse 14°C.



Figure2 : le blé tendre(Source : INRAE, 2019).

4:Taxonomie du blé :

Le blé est une monocotylédone de la famille des *Poaceae* appartenant au genre *Triticum*. D’après **Doumandji et al. (2003)** ; le blé dur appartient à la classification illustrée dans le **tableau I**.

Tableau1:Classification du blé tendre. (Doumandji et al, 2003).

Règne	Plantae (Règne végétale)
Division	Magnoliophyta (Angiospermes)
Classe	Liliopsida (Monocotylédons)
S/Classe	Commelinidae
Ordre	Poale
Famille	Poaceae (ex Graminées)
S/Famille	Triticeae
Tribu	Triticeae (Triticées)
S/Tribu	<i>Triticinae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticumaestivum L. ouTriticiumvulgare</i>

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéine (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de Pentosanes(8 à 10%) : les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques pourcentages seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines. Sa teneur en eau est estimée à faible 13,5%, permettant un stockage longue durée pour éviter le développement de micro-organismesNotamment la moisissure (**Feillet, 2000**).

2 production et consommation de blé dans le monde et en Algérie :

2.1 Dans le monde :

le blé est l'une des trois céréales les plus cultivées dans le monde, les deux autres étant le maïs et le riz (**Shewry et al., 2009**). Il occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**Nadjem, 2012**). Le marché mondial du blé est divisé en plusieurs groupes de pays avec des capacités de production et de consommation différentes, ce qui occasionne la volatilité des prix au niveau de ces marchés. En 2015 le classement des principaux premiers producteurs du blé indique que l'Union européenne reste en première position puis la Chine en deuxième position, l'Inde en troisième et les Etats unis se situent en quatrième position (**Charvet, 2012 ; FAO, 2015**).

En 2015/2016 ; la production mondiale de blé tendre était de 731,8 millions de tonnes, soit une augmentation de 5% par rapport à la production marquée en 2014/2015. Quant à la consommation et aux échanges, ils ont augmenté respectivement en 2015/2016 (**ONFAA, 2016**). puisque le blé pousse même si la température n'est guère favorable ou que l'eau est rare. C'est ce qui explique une production élevée en Chine, en Inde et même en Russie. Grâce à de multiples techniques culturales et de sélection génétique ayant permis une augmentation et une amélioration du rendement et de la production (**Mallek, 2017**).

2.2 En Algérie :

Le blé étant le produit de consommation de base, les habitants des pays arabes sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie avec près de 600 grammes par personne et par jour (**Abis, 2012**). Selon **Rastoin et Benabderrazik (2014)**, la production de blé se répartit entre blé dur (70 % en 2012) et blé tendre (30%), avec une importante variabilité interannuelle. Le blé dur reste ainsi la céréale prépondérante et demeure la base de l'alimentation en Algérie (semoule, principalement, et pâtes). On observe cependant une progression rapide du blé tendre (pain, biscuiterie, pâtisserie) avec l'occidentalisation du modèle de consommation. Généralement bien adapté aux conditions agro-climatiques locales, la production du blé dur progresse au même rythme que celle du blé tendre atteignant les 19 millions de quintaux entre 2008 et 2012 contre 8 millions de quintaux pour le blé tendre (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**). en raison de l'urbanisation accrue, de la croissance de la population et de l'augmentation de la capacité de broyage. Durant l'année 2014, l'Algérie est classée en quatrième position au niveau Africain et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production du blé de 2.4 millions de tonnes, collectée et constituée en moyenne de 58,7% de blé dur et 33%, de blé tendre (**FAO, 2014**).

CHAPITRE 1:ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau2: Évolution de la production (millions de tonne) des blés en Algérie (ITGC, 2013).

Spécifications	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Blédur	1.5	0.8	2.0	1.8	2.2	2.4
Blétender	0.8	0.3	1.0	0.8	0.7	1.0
Total blé	2.3	1.1	3.0	2.6	2.9	3.4

3. Le stockage actuel des céréales en Algérie :

3.1 Stockage :

Le stockage est l'opération qui consiste à la conservation des céréales, pour une période donnée, dans un magasin suivant des règles qui permettent la bonne conservation des grains (**Laurent et al. 2003**).

Le stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains (**Nadiay, 1999**). Ainsi, la constitution de stocks a proprement révolutionné l'organisation de la société en assurant une alimentation régulière tout au long de l'année (**Khalidi, 2009**). Plusieurs pays cherchent donc à développer leurs capacités de stockage et leurs dispositifs logistiques, afin de constituer de véritables réserves en blé et ainsi de se protéger des risques d'approvisionnement. Certaines méthodes du stockage favorisant le développement des moisissures. (**Abis, 2012**).

Actuellement en Algérie, la collecte, le conditionnement, le stockage, la distribution et la commercialisation des céréales sont assurés principalement par l'office interprofessionnel des céréales qui rayonne sur tout le territoire national algérien à travers 41 coopératives de céréales et de légumes secs, appelées (CCLS), et 5 unions de coopératives agricoles (UCA)

L'Algérie dispose d'une capacité de stockage implantée sur l'ensemble du territoire national répartie en huit (08) silos portuaires, 212 silos continentaux (121 en béton et 91 métalliques) et 456 magasins à fond plat (**Anonyme,2014**).

4. Principaux ravageurs des denrées stockées :

Bien que le stockage des grains soit nécessaire et important pour préserver les qualités originales des grains, cela ne signifie pas qu'ils sont sûrs. Ils sont vulnérables à de nombreux animaux dont la nourriture préférée et la plus courante : oiseaux, rongeurs et insectes, où les insectes sont considérés comme les types les plus dangereux car il est très difficile à trouver sur lui (**Berhaut et al, 2003**).

4.1. Rongeurs :

Les rongeurs causent des dégâts importants aux cultures et aux produits stockés. Ils endommagent les produits stockés de quatre manières. (**Berhaut et al, 2003**).

Ils mangent une partie du produit.

Ils souillent de leurs excréments une partie du produit.

Ils percent le matériel d'emballage, ce qui cause des pertes. Les sacs en jute peuvent être sérieusement abîmés. Les produits stockés en vrac sont moins vulnérables car les rats ne peuvent en grignoter que la surface.

CHAPITRE 1:ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Ils sont porteurs de maladies dangereuses pour l'homme. Les gens peuvent tomber malades en mangeant ou en manipulant les graines contaminées par les excréments, l'urine ou les parasites des rongeurs.

Tableau3:Principaux insectes ravageurs coléoptères des denrées stockées (Benbelkhir et al., 2019).

Ravageurs	Aliments attaqués
Capucin des grains <i>Rhyzopertha dominica</i>	Blé, sorgho, Maïs, riz, orage
Cucujide roux <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	Blé orange, sargho
Charançon du blé <i>Sitophilus granarius</i>	Blé
Carpophile <i>Carpophilus dimidiatus</i>	Maïs
Cadelle <i>Tenebroides mauritanicus</i>	Blé, Maïs
Grand capuchin <i>prostephanus truncatus</i> (H)	Maïs
Silvain <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L)	Maïs, blé millet
Tribolium sombre <i>Tribolium confusum</i> (H)	Blé, riz millet

4.2: Oiseaux

Les oiseaux sont attirés par les céréales depuis le stade laitier jusqu'à la maturité. Ils séparent le grain des épillets, laissant les épis endommagés et les glumes et lemmes éparpillés sur le sol. Les oiseaux qui endommagent le plus fréquemment les semis de céréales sont les moineaux. Ils arrachent les jeunes plants et consomment le reste des graines (Azoui, 2015).

4.3: Microorganismes

Les microorganismes et notamment les moisissures, dès que les conditions de température et d'humidité deviennent favorables, se développent en envahissant progressivement le grain. Les conditions climatiques en régions tropicales et notamment en zones humides sont très favorables à la croissance de ces microorganismes (Coraf, 2007). En zones sèches, les risques d'attaque par les moisissures sont également présents si les conditions de stockage sont mauvaises. Les moisissures altèrent l'aspect, l'odeur et le goût des grains sur lesquels elles se développent rendant ces derniers impropres à la consommation humaine ou animale (Coraf, 2007).

Tableau4:Principaux insectes ravageurs lépidoptères des denrées stockées (Benbelkhir,2019).

Ravageurs	Aliments attaquées
Alucite des cereals <i>Sisotrogacerealella</i> (O)	Orange, blé, rizsorgho millet
Pyrale de riz <i>Coryracephalonica</i> (S)	Riz, blé, sorgho, Maïs
Pyrale de la farine <i>Pyralisfarinalis</i> (L)	Blé
Pyrale des fruits <i>Plodiainterpunctella</i> (Z)	Riz , sorgho, Maïs
Mite de la farine <i>Ephestiakuehnelle</i> (W)	Maïs

4.4: Insectes:

Tableau 5: Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie (Mebarkia A *et al*,2001).

Nom scientifique	Céréaleattaquée	Famille
<i>Sitophilusgranarius</i> L.	Maïs, blé dur, blé tendre	Curculionidae
<i>. Sitophilusoryzae</i> L.	Blédur, blétendre	Curculionidae
<i>Tribolium castaneum</i> H.	Blédur, blétendre	Tenebrionidae
<i>Triboliumconfusum</i> D.	Blédur, blétendre	Tenebrionidae
<i>Cryptolestesferrugineus</i> S.	Blédur, blétendre	Cucujidae
<i>Oryzaephilussurinamensis</i> L.	Blédur, blétendre	Cucujidae
<i>Rhizoperthadominica</i> F	Blédur	Bostrychidae
<i>Trogodermagranarium</i> E.	Blédur, blétendre	Dermestidae
<i>Ephestiakuehniella</i> Z.	Blédur, blétendre	Pyralidae
<i>Plodiainterpunctella</i> H	Blédur	Pyralidae

II. L'insecte *Tribolium confusum*

1Présentation de *Tribolium confusum*:

1.1: Généralités:

Le *Tribolium* est un insecte ravageur commun connu pour attaquer et infester les aliments stockées notamment la farine et les grains de céréales, dans les silos,

lesentrepôts, les boulangeries, les épicerie. Il est appelé aussi le petit ver de la farine, le ver brun de la farine c'est une espèce d'insectes coléoptères de la famille des Ténébrionidés, à répartition cosmopolite. La famille des Tenebrionidae compte 20000 espèces dans le monde, l'origine de ce nom vient que la plupart ont des élytres de couleur sombre cependant il existe des espèces de couleur claire et variée (Lerant, 2015),c'est la famille la plus évoluée des coléoptères (Dajoz, 2010).

1.2: Classification de *Tribolium confusum*

Selon Gretia (2009), la classification du *Tribolium confusum* est la suivante:

Règne:	Animal
Embranchement:	Arthropoda
Classe:	Insecta
Ordre:	Coleoptera
Sous Ordre:	Polyphaga
Famille:	Tenebrionidae
Genre:	<i>Tribolium</i>
Espèce:	<i>Tribolium confusum</i>
Nom français:	<i>Tribolium brun de la farine</i>
Nom anglais:	<i>Confused Flour Beetle</i>
Nom en arabe :	خنفساء الطحين المتشابهة

1.3: Origine et distribution géographique :

Confusum est une espèce internationale et est très grande dans le monde. LEPESME (1944) déclare ; Sa patrie d'origine est l'Inde, mais on le trouve aussi rarement en Amérique du Nord .C'est un insecte de climat tempéré et peut également être trouvé dans les régions tempérées où il survit tout l'hiver, dans une zone protégée. Elle a été trouvée dans de la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J.-C.);elle présent en Afrique, causant de graves dommages aux céréales, en particulier en Égypte (Delobel et Tran, 1993)

1.4. Description morphologique :

Le *Tribolium* adulte est un petit insecte d'une longueur de 2,2 à 4,4 mm, et au corps allongé de couleur brun rougeâtre brillant, l'appendice prosterna est nettement élargi à l'apex. Les antennes se terminent en massue composée de cinq articles. L'insecte est très proche morphologiquement de *Tribolium castaneum* (*Tribolium* rouge de la farine). Chez *Tribolium*

confusum, la massue antennaire est plus graduellement élargie, l'espace entre les yeux est plus large (environ 50% de la largeur de la tête). Les yeux comportent seulement deux facettes à leur point le plus étroit. Les yeux, oblongs, mesurent en moyenne 0.6 x 0.3 mm. Ils sont de couleur blanchâtre, presque transparent. Ils sont recouverts d'une substance visqueuse qui leurs permet de s'adhérer aux denrées infestées (Lepesme, 1944).

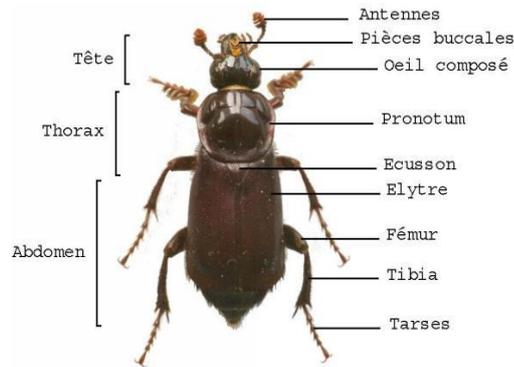


Figure3: Anatomie d'un *Tribolium confusum* (Lepesme, 1944).

1.5: Description des différents stades de développement du *T. confusum*:

L'œuf : l'œuf est ovalaire, sans sculpture, il mesure en moyenne 0,6 mm de long (STEFFAN,1978). Il est oblong et blanchâtre, presque transparent, sa surface lisse est recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée (LEPESME, 1944).



Figure4: Les œufs de *T. confusum* G 40 x2 (Originale, 2017). (Abahri, 2017)

Larve: Lorsque les œufs éclosent, ils produisent des larves en forme de ver de couleur blanche. Petite taille inférieure à 1,4 mm. Il passe ensuite par différents stades larvaires différenciés Par taille (**Fig.5**) (**STEFAN, 1936**). Lorsqu'elles sont complètement développées, les larves mesurent de 6 à 7 mm de long, jaunâtre, bande brun clair, soies courtes Son corps a deux séries, d'urogomphes (**DELOBEL et TRANS, 1993**).



Figure5:La larve de *T. confusum* (G:40×2) (REBECCA et al,2003)

La nymphe:La pupa est immobile et mesure environ 3,6 à 4,6 mm de long. ce pied La mandibule et la pointe de l'urogomphes sont Les pupes sont presque entièrement développées (Ho, 1969). D'après **LEPESME (1944)**, les nymphes femelles sont ventrale ment Une paire d' urogomphes brun foncé aux arêtes très vives, deux petites cornes à l'intérieur Les mâles sont réduits à une crête légèrement déprimée (**Figure6**)mâles sont réduits à une crête légèrement déprimée (**Figure6**).



Figure6: La nymphe de *T. confusum* (G:40×2)(Walter, 2002).

Imago: Les nymphes subissent une mue imaginaire et donnent naissance à des adultes. À luiL'émergence est un adulte de couleur claire. *T. confusum* (adulte) est un coléoptère jaune-blanc qui développe une peau pigmentée après quelques jours. sa création. La couleur devient brun rougeâtre, la taille atteint 3 à 4 mm, et elle devient une forme ovale plate. La tête et l'avant du thorax sont densément couverts de petits points et d'élytres. Ils sont parallèles et arrondis à leurs extrémités postérieures(**Figure7**). l'antenne est moniliformesdéveloppé dans les trois derniers articles. Les pattes sont courtes et courbées, avec des os du tarse. Le postérieursformé de quatre articles (**BALACHOWSKY, 1939**).



Figure7:Adulte de *T.confusum* (DIDIER, 2013) .

1.6: La biologie de *Tribolium confusum*:

Le premier accouplement a lieu environ deux jours après l'éclosion de limagos et persiste. 3 à 15 minutes. Chez *T. Confusum*, le moment du frai est déterminé par plusieurs facteurs. Jumelage. Les œufs sont pondus au hasard sur les emballages et sont difficiles à trouver. Les femelles pondent entre 500 et 1000 œufs au cours de leur vie. Les jeunes larves passent par 5 à 12 stades selon les conditions de la température et l'humidité. Les larves circulent librement dans les aliments infectés nymphose. Les adultes éclosent 6 jours après la nymphose à 32,5°C. 70% d'humidité relative, temps de cycle 24-26 jours.

Tribolium confusum (Duval.) est une espèce à optimum thermique intermédiaire. La croissance s'arrête à 32°C et 35°C, et en dessous de 22°C. Résistant aux basses Mesure de l'humidité. (Scottie, Stephen en 1978).

2 Les moyens de lutte contre le *T. confusum* :

Il existe deux méthodes de lutte antiparasitaire des produits stockés. Une méthode préventive, pratiqué avant l'installation du ravageur, et l'autre méthode est curatif, Utilisé là où les créneaux sont déjà répandus (BALACHOWSKY, 1939).

2.1: Lutte préventive :

Cette méthode nécessite une hygiène stricte des moyens de transport et moissonneuse. Un bon nettoyage des zones de stockage est recommandé Vérifiez les crevasses et les endroits où les insectes pourraient se cacher. Le Le grain doit être séché avant d'être stocké. Ces mesures sont Prévenir les intrusions (Ducom, 1982 ; Semsar, 2013).

2.2: La lutte curative:

La lutte physique:

La chaleur: Les insectes sont sensibles aux températures élevées. Détruit les adultes inchangés pendant plusieurs minutes à une température de 55°C. Pouvoir germinatif des céréales (LABEYRIE, 1962). Un taux de mortalité de 65% et des adultes instruits est anormal (SERPEILLE, 1991).

Le froid: Les températures froides entravent le développement biologique et causent la mort. un peu de vermine. A des températures inférieures à 8°C, les larves ne peuvent pénétrer Chez les espèces (**SERPEILLE, 1991**) les insectes ne peuvent plus survivre Un mois à une température de -1°C (**LABEYRIE, 1962**).

Stockage sous atmosphère inerte :Le stockage sous dioxyde de carbone et azote ne laisse aucune chance aux insectessurvivre. Cela inclut la teneur en oxygène de l'atmosphère intergranulaire telle que Létalité des insectes (moins de 1 % O₂) (**GWINNER et al., 1996**).

Lutte chimique:Utilisation de produits phytosanitaires pour lutter contre les ravageurs alimentaires Mais ces pesticides synthétiques fonctionnent bienEfficace Cependant, il a également des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine.problèmes de disponibilité et de coût. Face aux tracas de la gestion des substances chimiques,Plusieurs autres formes de lutte contre les insectes ont été développées avec succès(**CAMARA, 2009**)

Avantages:

Activitiesspécifique sur lesles chenilles.

Trèsgrandeefficacité.

Resistance au lessivage.

possibilité de l'appliquer depuis les premières.

Eclosionsjusqu'à des stades larvaires avancés.

A cet égard, malgré ces avantages, **SBABDJI (1997)** souligne que l'utilisation de produitschimiques en milieu forestier ,reste interdite en raison de leurs effets sur les composantes naturelles de l'écosystème.

Lutte biologique: Cette façon de combattre dépend principalement de l'utilisation de parasites, parasites et les prédateurs comme agents de lutte antiparasitaire. des efforts ont été faits Développer de nouveaux composés pour remplacer ceux couramment utilisés.chirurgieL'utilisation de matières premières renouvelables d'origine végétale pour la production debiopesticides répond à la nécessité de répondre aux réalités environnementales (**Messaudèneet Mouhou, 2017**). De nombreux parasites et prédateurs ont été identifiés, comme les hyménoptères. Parasites du grenier, œufs, larves, nymphes de bruches, les plus efficaces sont : *Dinarmusbasalis* et *Eupelmusvilleti*, *Teretriosomanigrescens* (coléoptère), prédateur naturel des capuchins(**Aidan, 2015**). Les plantes et produits végétaux n'ont pas été exposés depuis longtempsLeurs avantages pharmacologiques ne comprennent que d'autres propriétés biologiques Inclut l'activité des pesticides (**Khoshnoud et Khayamy, 2008**).

Selon Keita et al. (1999) et Isman (2000) listent plus de 1000 plantes. Les propriétés vont de dissuasives à répulsives avec anorexie ou association anorexie létalité contre les ennemis des plantes et des souches. Plusieurs études différentes montrent l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection. Nourriture stockée contre les insectes et la vermine (Ibrahim et al., 2001). Les huiles végétales essentielles sont l'une des principales pistes explorées. Dans la lutte antiparasitaire, surtout ces dernières années, c'est devenu un problème beaucoup de recherches. Sa toxicité s'exprime de différentes manières. activité ovicide, Contrôle larvaire, malnutrition et inhalation (Kéita et al., 2001 ; Aouina et Khelifi, 2018). Chez les plantes, les huiles essentielles peuvent être stockées dans différents organes. Fleur (origan), feuilles (citronnelle, eucalyptus), écorce (cannelle), bois (palissandre, bois de santal), racine (vétiver), rhizome (accoras), fruit (badiane) ou graine (cumin) (Brunetton, 1987 ; Messo Dean et Moo Hou, 2017)

La Lutte biotechnologique: Les agents utilisés dans cette procédure sont des phéromones synthétiques. Interférence avec le comportement des adultes en confondant les substances répulsives. Ces régulateurs de croissance des insectes (IRG) sont si efficaces que la progéniture est Ne peut plus se reproduire (Gwinner et al., 1996 in Semsar, 2013).

3 Régime alimentaire et dégâts causés par *T. confusum* :

Ces insectes sont très polyphages, les coléoptères bruns attaquent les grains Endommagé ou endommagé. Contenu dans la farine, la poussière et les impuretés. De Les insectes font des dégâts en se nourrissant, mais probablement plus par la pollution céréales, insectes morts, peaux et granulés de fumier, liquides (Quinones) Donne des odeurs nauséabondes aux aliments infectés. Cette volonté Acceptation inadéquate des aliments par le bétail et refus des aliments par les acheteurs de céréales. Fréquent, Les infestations de coléoptères favorisent le développement de moisissures, ce qui en est la cause. Cela réduit considérablement la qualité et la valeur du grain. Les larves peuvent les manger Les œufs, les larves, les adultes immatures et les adultes peuvent être cannibalisés à tous les stades Excluant les adultes (Steffan, 1978) .



Figure8:Dégâts de *Tribolium castaneum* sur la semoule (Aouina et Khelifi, 2018).

III. LA DIATOMITE

1. Généralité :

La diatomite fait partie des roches et minéraux industriels que possèdent l'Algérie. elle est composée principalement de la silice. La diatomite est relativement poreuse et elle peut être exploitée dans divers domaines.

1.1. Définition de la diatomite

La terre de diatomées est une roche sédimentaire siliceuse, lisse, cassante et de couleur claire (Blanc). Il est généralement léger et poreux et est appelé dioxyde de silicium ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). La terre de diatomées est également connue sous le nom de terre de diatomées, terre de diatomées, terre d'infusoires, molaires et farine fossiles, silice fossile, siestait, randanite, tripolylyte, poussière abrasive ou terre tripoly. La terre de diatomées est d'origine organique et fossile. Se compose de silice hydratée amorphe provenant de dépôts de coquilles microscopiques fossilisées d'algues anciennes Diatomées unicellulaires (BERTON et BERRE, 1983).



Figure9:Photo d'un échantillon de diatomite de la mine de Sig (Benkaci, 2015).

1.2 Historique:La première utilisation du mot terre de diatomées remonte au **XIXe siècle, pour** les ressources en eau.Une profondeur appelée "boue de diatomées" recueillie lors du voyage du HMS Challenger (The Expédition HMS Challenger) .A été la première campagne océanique à grande échelle au monde. Elle était menée par une équipe de scientifiques à bord de corvettes britanniques), **Murray et Renard (1891)**. Plus tard (, **Conger et al,1942**) a décrit la terre de diatomées pure comme un matériau.Atteint la pureté de la terre de diatomées de 95 à 98°.dans de nombreux milieux lacustres et marins à travers le monde Les diatomées sont une partie importante des populations de phytoplancton (tous organismes végétaux qui vivent dans l'eau). Agrégats de diatomées Connu dans tous les milieux aquatiques, y compris les milieux humides, les lacs Milieu marin (**Clark, 2003**).En milieu marin,Les sédiments riches en diatomées datent du Crétacé supérieur (**Harwood et al., 2007**).Les plus anciens sédiments lacustres riches en diatomées datent de l'Éocène (**Flower et al., 2013**), et des sédiments à grande échelle ont été trouvés au Miocène (**Bradbury et Krebs, 1995**)Des accumulations massives de frustules de diatomées fossiles ont été observées dans de nombreux lacs situés dans des environnements riches en silice, en particulier dans des zones volcaniques et hydrothermales actives, comme le lac Yellowstone, aux États-Unis (**Theriot et al., 2006**), le lac Myvatn, en Islande (**Opfergelt et al., 2011**), ou le lac Challa, Tanzanie/Kenya (**Barker et al, 2013**). Dans ces milieux, les concentrations élevées de silicium dissous favorisent la croissance des diatomées (**Wallace, 2003**). Cependant, de fortes concentrations de diatomées dans les sédiments ont également été observées dans des lacs sans influence volcanique ou hydrothermale, par exemple dans des lacs du nord de la Suède (**Frings et al., 2014**) ou du Lough Neagh, en Irlande (**Plunkett et al., 2004**).

1.3. Structure cellulaire :

Les diatomées se caractérisent par la présence de parois très différenciées autour de leurs cellules, composées principalement de silice (cônes). . Cette paroi externe est constituée de deux valves imbriquées (épi-valve et hypo-valve de plus petites constituée de deux valves imbriquées (épi-valve et hypo-valve de plus petites dimensions), qui sont

reliées entre elles par des sangles de liaison (épi- et hyposyngrammes) (**Fig10**)
 Les diatomées produisent des substances extracellulaires macromoléculaires (substances macromoléculaires extracellulaires, EPS),qui peuvent s'organiser en tubes, tiges, fibrilles ou former des gaines adhérentes autour des cônes (**Hoagland et al, 1993**). Ces substances muqueuses sont excrétées par les cellules au niveau de perforations réparties sur la surface du cône (**Round et al, 1990**) (**Fig10**).. On pense qu'elles sont largement responsables du succès biologique des diatomées, jouant un rôle dans leur mobilité, , leur adhésion aux substrats, leur colonisation et leur déshydratation (**Hoagland et al,1993**).



Figure 10:Structure du frustule d'une diatomée (Navicula sp.) (Round et al,1990).

Les propriétés intéressantes des diatomites sont liées à leur structure physique qui forme un agrégat de fines particules perforées suivant un motif régulier de petits pores plus moins régulière, en forme de ruche d'abeilles (**Figure 11 A**).

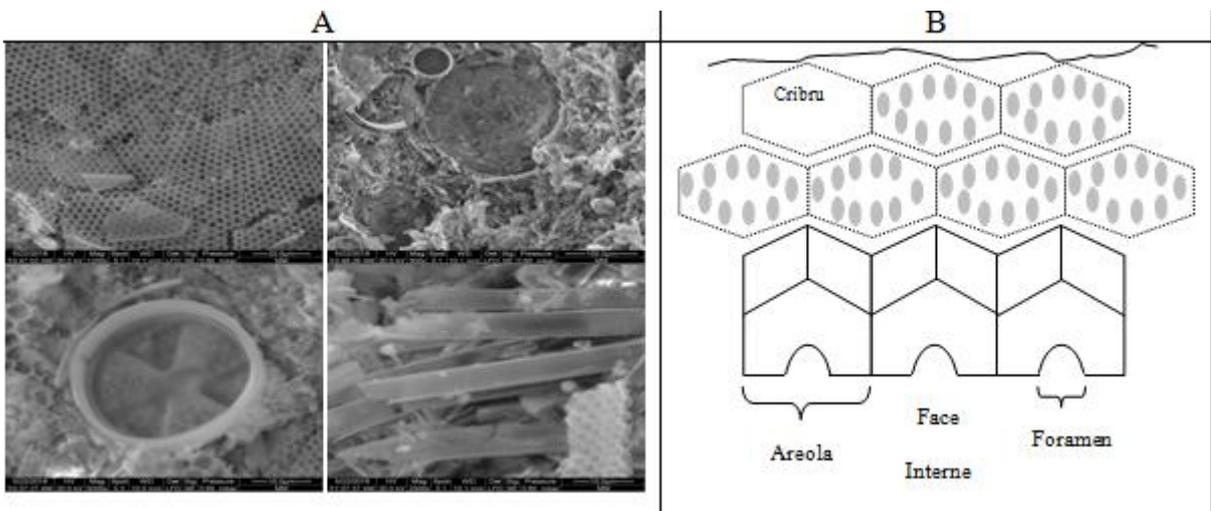


Figure 11: structure microscopique de la diatomite (Bounouira et al, 2019).

La photo précédente (11B) montre un diagramme de l'architecture tridimensionnelle d'une valve. Les chambres de la structure en nid d'abeilles sont appelées aréoles. La couverture de chaque aréole constitue le cribrum (ou cribrum) qui présente, sur sa face interne un agencement régulier de pores de grande taille (les foramens) tandis que sur sa face externe les structures siliceuses fines de chaque cribrum sont appelées des cribelles (ou cribella) (Sumper, 2002).

2. La biologie des diatomées

Depuis leur découverte microscopique, les diatomées fascinent les botanistes. considéré à tort unicellulaire en raison de son optique et de sa couleur et de sa couleur Capacité de reproduction et capacité à déplacer les substrats (Lind et al., 1997) Les diatomées sont des organismes unicellulaires appartenant à la famille des diatomées, parfois des colonies Algue Basillario du phylum Basillariophyta. Ce sont presque tous des organismes photoautotrophes, Trouvé dans presque tous les habitats aquatiques et même certains au-dessus du sol Bien qu'il s'agisse d'un groupe assez jeune phylogénétiquement, ils Apparurent il y a environ 180 millions d'années (Kooistra et al., 2003). il y a une énorme Diversité, environ 10 000 à 100 000 espèces différentes (Norton et al. 1996). 250 genres. Cette estimation assez élevée est due à la difficulté d'identifier et d'isoler l'espèce. Diatomées individuelles. Selon le concept d'espèce, les organismes qui s'accouplent Ils appartiennent à la même espèce. Malheureusement, notre connaissance de la sexualité en Les diatomées a à être pauvre en raison de leur incapacité à induire des stades de reproduction en culture souvent. Par conséquent, la classification des diatomées est principalement basée sur : Identification des séquences ribosomales (Medlin et al, 1996) ou mieux Classiquement, sur la coquille, la morphologie et la forme de la paroi cellulaire silicium extracellulaire.

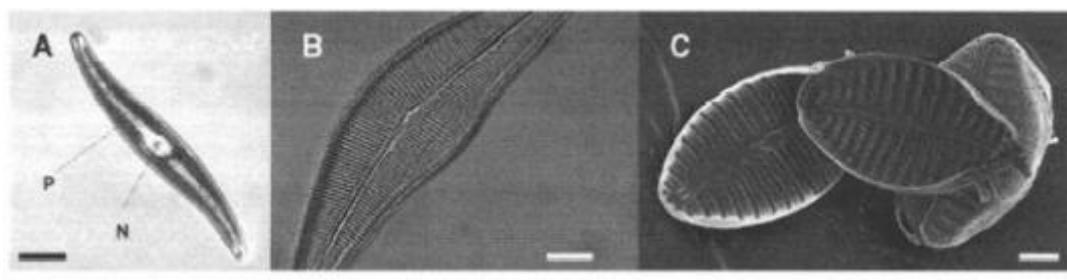


Figure 12: Images de diatomées au microscope optique et électronique (Kroth, 2007)

A : Cellule vivante de *Gyrosigma* sp. ; Les longues structures sombres représentent les plastides (P), le noyau (N) est situé au centre de la cellule, la barre d'échelle représente 16 μm

B : Structure de la valve de *Cymbella lanceolata* après nettoyage à l'acide sulfurique, la barre d'échelle représente 3 μm .

C : Micrographie électronique à balayage des valves nettoyées de *Cymbellamicrocephala* montrant l'intérieur et la surface. La barre d'échelle représente 1 μm

3. Reserve et Production de la diatomite

3.1. Dans le monde

La production mondiale totale de terre de diatomées en 2013 est d'environ 2,9 MT. Premier producteur et consommateur mondial de terre de diatomées (vers 40 av. J.-C.) production mondiale). La production de terre de diatomées aux États-Unis en 2013 était 7350 carats La Russie produit 4 livres de terre de diatomées dans le monde, dont 96% sont utilisés. Fabrication d'isolant thermique.

Les autres producteurs importants sont la Chine (420 KT), le Danemark (325KT), le Japon (100 KT). Mexique (85 KT) et la France (75 KT) (**MINES Indira Bhavan, Civil Lines**, et al , 2018).

3.2 En Algérie :

L'Algérie est un pays riche en gisement de diatomite. Les principaux gisements sont surtout localisés dans le Nord-Ouest. Ces gisements sont l'étendue des gisements de la méditerranée. Représente dans le **Tableau 6**.

Tableau6:Principaux gisements de diatomite d'Algérie (Meradi, 2009).

Gisement (wilaya)	Accès Desserte	Géologie	Composition, Qualité	Utilisations (Production)	Réserves, Conditions de gisement
Noumène (Tlemcen)	W108: 4km Port: Ghazaouet 40km	diatomite avec marnes (Miocène)	Al ₂ O ₃ 36,0% SiO ₂ 57,5% Fe ₂ O ₃ 2,3% CaO 13,34% MgO 2,3% K ₂ O 0,87%	Charge adsorbants et	Très importantes, faible recouvrement
Grimezsecteurs Chadlia et Tahalaït- (Mascara)	Prox. RN4- RN6 Usine: 16km Port: Ghazaouet 50km	Miocène Terminal	Al ₂ O ₃ 3,32% SiO ₂ 59,86% Fe ₂ O ₃ 1,5% C ₂ O 12,8% MgO 4,73%	Filtration, Charge adsorbants et (production DIATAL)	1 Mt exploitables réserves géologiques: 6 Mt (5 à 7 couches de 0,5 à 4 m d'épaisseur)
Cadeau (mascra)	Prox. RN13	Miocène terminal	Qualité moyenne	Charge, ciment	8 couches de 0,4 à 4,5 m d'épaisseur, gisement à réévaluer
AbdelMalek Ramdane (ex Ouillis) Mostaganem	Prox. RN11 Port: Prox. RN11 Mostaganem 35km	Miocène supérieur	SiO ₂ > 80% Peu carbonatée	Charge, adsorbant, ciment. Exploitation arrêtée	Environ 15 couches de 0,2 à 1 m sur 20 m d'épaisseur (surface 3 ha, peu de recouvrement) Gisement à réévaluer.
Béni Zagouani (Mostaganem)	Prox. RN11	Miocène terminal		Charge, adsorbant, Ciment	Réserves 0,36 Mt
Djebel Meni (Mostaganem)	Prox. RN11	Miocène	Peu carbonatée	Charge, adsorbant, ciment	Couche de 1,5 m d'épaisseur
Guellal (Mostaganem et Relizane)	Prox. W8A	Miocène Terminal	Al ₂ O ₃ 3,5% SiO ₂ 61,6% Fe ₂ O ₃ 2% CaO 13,3% MgO 0,96% K ₂ O 0,6%	Charge, adsorbant, ciment	Couche de 0,5 m Relizane) terminal CaO 13,3% ciment à 2 m d'épaisseur

4. Utilisation de la diatomite:

Selon Meradi(2009), le kieselguhr est utilisé dans les domaines suivants (exprimé en % de la production mondiale) :

production de matériaux résistant au feu tel que les briques réfractaire, canalisations de chaudières ou les bétons calorifuges. La diatomite peut être aussi utilisée mortier de remplissage ou brique dans l'isolation thermique et acoustique des constructions.

Fabrication des bétons légers et des pièces de maçonneries légères (briques pour dômes).

Fabrication de liants hydrauliques. Grâce à la silice et sa grande surface En particulier, la terre de diatomées peut être associée à la chaux.

Amélioration des propriétés du béton frais telles que l'homogénéité et la maniabilité et régler l'heure.

15% pour l'industrie d'isolation (très faible conductibilité thermique).

60 % pour la filtration des huiles végétales et minérale, les jus de fruits et les eaux industrielles.

25 % pour la fabrication de peintures, pesticides et comme charge dans de nombreux autres produits.

IV. Les huiles essentielles

1. Définition :

L'huile essentielle, ou essence végétale est un liquide hydrophobe des composés odoriférant volatils sécrétés par une plante. Ce mélange complexe de diverses molécules (alcools, terpène, cétones ...etc.) est obtenu par entraînement à la vapeur d'eau, expression ou distillation sèche. Les HE sont des produits odorants généralement de composition complexe obtenus à partir d'une matière première végétale. Généralement, les huiles essentielles sont des extraits naturels de composition assez. **(DJARALLAH M.2020).**

2 Classification des huiles essentielles :

Selon le pouvoir spécifique sur les germes microbiens, et grâce à l'indice aromatique obtenu par des aromatogramme, les huiles essentielles sont classées en groupe :

- Les huiles majeures.
- Les huiles médiums.
- Les huiles terrains **(Boudjemaan.,Benguegaetal.,2010).**

3 Composition chimique :

Bien qu'une huile essentielle puisse contenir un grand nombre d'éléments biochimiques, les molécules les plus fréquemment rencontrées sont : les terpènes, les alcools, les cétones, les aldéhydes, les esters et les éthers. Ces molécules peuvent agir en synergie, ce explique à la fois leur efficacité, mais aussi la polyvalence, dans la mesure où elles y sont le plus souvent, certes à des concentrations différentes, toutes présentes dans les huiles essentielles. L'ensemble de leurs constituants se caractérise par un faible poids moléculaire **(Girard, 2010).**D'après **(Mondello et al.2005)**, les huiles essentielles d'agrumes sont des mélanges comportant plus de 200 composés qui peuvent être regroupés en fractions non volatile (1-15 %) et volatile (85- 99 %). Cette dernière fraction contient principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes ainsi qu'une petite quantité de monoterpènes oxygénés (fonctions aldéhydes, cétones, alcools et esters). Les terpènes sont des dérivés de l'isoprène C₅H₈ (2-méthylbutadiène) et ont pour formule de

base des multiples de celle-ci, c'est-à-dire (C₅H₈)_n. Les monoterpènes ont pour formule C₁₀H₁₆ et les sesquiterpènes C₁₅H₂₄. La partie non volatile contient des acides gras, des stérols, des caroténoïdes, des cires, des coumarines, des psoralènes et des flavonoïdes (**Mondello et al, 2003**). L'essence de Citrus limon est composée de 92% à 93% de terpènes dont le d-limonène est le plus abondant (**Iserin et al,2001 ; Ferhat et al, 2010**), de sesquiterpènes, d'aldéhydes (dont le citral est le plus dominant) et d'esters (**Iserin et al, 2001**).

4 Utilisation des huiles essentielles :

L'exploitation des propriétés des huiles essentielles est déjà connue depuis l'antiquité. Les huiles essentielles de nombreuses plantes sont connues pour avoir une activité répulsive et insecticide contre les insectes nuisibles. Celle de la citronnelle (*Cymbopogon nardus*) est un puissant répulsif contre les moustiques. A part ces propriétés répulsives, les huiles essentielles sont également connues pour leurs utilisations pharmaceutiques, cosmétiques et médicinales. Par exemple, l'huile essentielle de clous de girofle est un analgésique puissant, particulièrement utile en art dentaire et celle de la menthe poivrée est utilisée contre les maux de tête. La connaissance approfondie des huiles essentielles et notamment de leurs composants, est indispensable à leur utilisation en industrie et/ou en thérapeutique. Depuis quelques années, les progrès des techniques chromatographiques et de spectrométrie ont permis de bien caractériser la plupart des huiles essentielles trouvées sur le marché. (**Farrer, 2006**).

4.1 Les activités biologiques des huiles essentielles dans la protection des cultures :

4.1.1 Activité insecticide des huiles essentielles:

Les huiles essentielles sont des composés naturels aux propriétés insecticides, et l'utilisation des huiles essentielles dans la protection des cultures est aussi ancienne que la pratique agricole (**Said-Al Ahl et al, 2017**). En fait, diverses études font référence à l'utilisation d'HE (huiles essentielles) contre des insectes spécifiques tels que les lépidoptères, les coléoptères, les diptères, les isoptères et les hémiptères (**Tripathi et al, 2009**). Il a été signalé que les huiles essentielles courantes ayant une activité insecticide peuvent être inhalées, ingérées ou absorbées par la peau des insectes (**Ozols et Bicevskis, 1979**). Cependant, avant l'utilisation des huiles essentielles, les doses nécessaires pour lutter contre les insectes nuisibles (**Tripathi et al., 2009**) et leur mécanisme d'action pour améliorer la qualité et la durée de conservation des produits (**El-Wakeil, 2013**) doivent être déterminés. Les effets des huiles essentielles sur les animaux auxiliaires doivent également être pris en compte (**Ngamoet Hance, 2007**). De plus,

chaque huile essentielle est plus ou moins spécifique à l'espèce d'insecte ciblée, ce qui nécessite une bonne connaissance de l'espèce d'insecte à contrôler et de la gamme d'activité pesticide des huiles disponibles et licenciées. Nécessite une bonne connaissance du (Cruz et al., 2016).

4.1.2 Activité antibactérienne :

Selon, (Toninoli et Meglioli 2013), l'HE neutralise les principales bactéries. La composition chimique de l'HE avec l'activité antibactérienne la plus élevée est :Les groupes cétoniques carvacrol, thymol et eugénol présentent un intérêt dans le traitement des infections mucopurulentes. Verbenone, Thujone, Borneon, Pinocamphon et Carvone sont les partenaires quotidiens de nos Aromathérapeutes Certifiés. Le monoterpénol (C10) est supérieur au phénol en termes d'efficacité. Géraniol, Tsubuyanool, Linalool, Membol, Terpinéol et Piperitol à large spectre antibactérien (Zahalka, 2010).

(Merzougui I, Tadj H, 2012), les huiles essentielles ont des mécanismes d'action différents contre différentes souches bactériennes, mais généralement leur action se déroule en trois temps :

- Les huiles essentielles attaquent les parois bactériennes, entraînant une perméabilité accrue et une perte subséquente de composants cellulaires.
- Acidification excessive à l'intérieur des cellules. Cela entrave la production d'énergie cellulaire et la synthèse des composants structurels.
- La destruction du matériel génétique entraîne la mort bactérienne.

4.1.3 Activité antifongique :

Des extraits de plusieurs plantes telles que le basilic, les agrumes, le fenouil, la citronnelle, l'origan, le romarin et le thym ont montré une activité antifongique significative contre les principaux agents pathogènes des plantes (Tariq et al, 2019). Les infections fongiques sont un sujet de grande actualité car des antibiotiques mal prescrits facilitent leur propagation et de nombreuses huiles essentielles aux propriétés antifongiques sont efficaces contre les mycoses (Toninoli et Meglioli, 2013). Les alcools sesquiterpéniques contenus dans le palma rosa, l'eucalyptus globulus de l'arbre à thé, le géranium rosat et l'ajowan sont à nouveau très précieux (Zahalka, 2010).

B 4.1.4. Activité antioxydante des huiles essentielles :

Les huiles essentielles gagnent en popularité en tant que sources potentielles de molécules bioactives naturelles. Ils sont étudiés pour leur utilisation potentielle comme substituts pour protéger les aliments de l'oxydation (**Bouhdid et al, 2006**).L'effet antioxydant sur le radical DPPH (2,2-diphényl-1-picryl-hyduazur) est dû à sa capacité à donner des molécules d'hydrogène. Les radicaux DPPH sont des radicaux libres stables qui acceptent des électrons ou des radicaux hydrogène dans un état diamagnétique stable (**Hazzit et al ., 2009**).

L'utilisation des radicaux par I DPPH est le même mécanisme que les antioxydants dans les aliments. Les résultats obtenus par (**Merzougui Iet al, 2012, Senouci H, 2019**) démontrent une puissante activité anti oxydante de l'huile essentielle *d'Ammoides verticillata* de 90 % à des concentrations inférieures à 0,1% dépasser. Ces résultats permettent le développement de l'utilisation des huiles essentielles comme conservateurs dans l'industrie agro-alimentaire.

4.1.5 Activité antiparasitaire

Les HE insectifuges et antiparasitaires, les phénols, les alcools monoterpéniques, les oxadés et les cétones (à utiliser avec prudence) sont d'excellents vermifuges (**Zahalka, 2010**).

4.1.6 Activité antivirale

Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques et les cellules saines acquièrent une certaine résistance à l'invasion virale. De nombreux HE exercent des effets qui renforcent l'immunité du corps contre les virus. L'HE représente une alternative thérapeutique pour ces flagelles infectieux (**Toninoli et Meglioli, 2013**).

4.2 Toxicité des huiles essentielles :

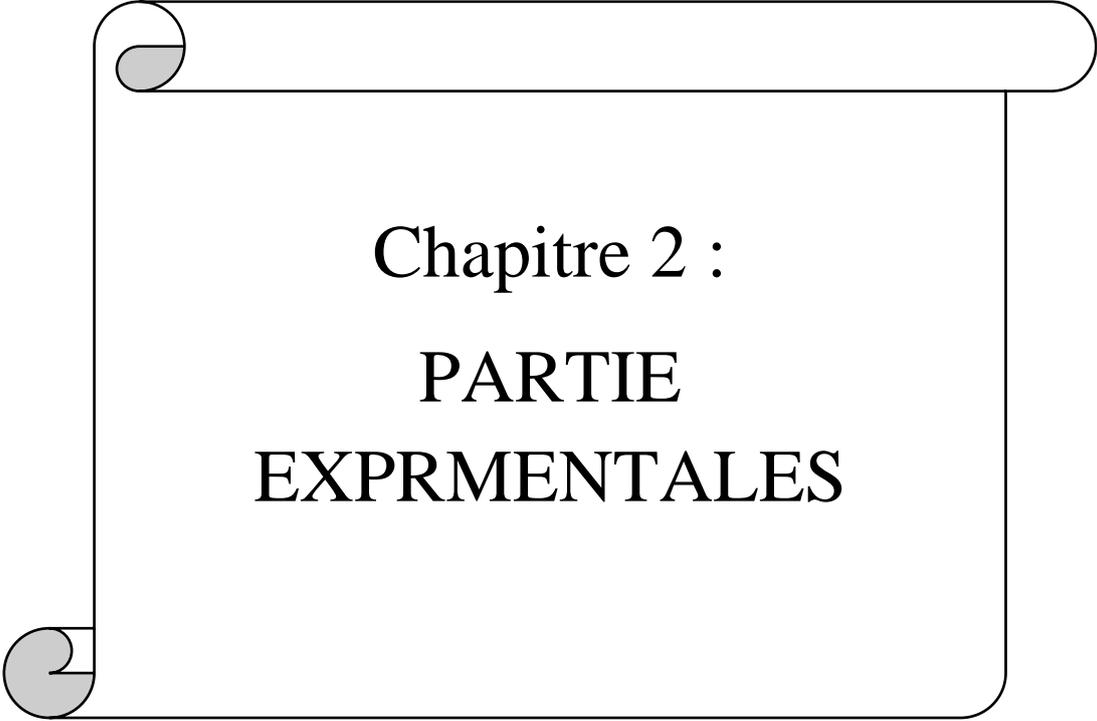
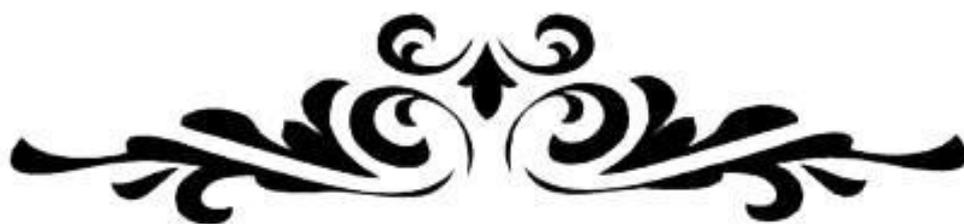
Les huiles essentielles ne sont pas des produits sans lesquels on ne peut pas vivre. Comme Avec tous les produits naturels, il existe des risques, notamment : "Pas parce que c'est naturel Inoffensif pour le corps. « Ce point des huiles essentielles est Plus son utilisation devient Courante , plus elle devient importante. Devenir plus populaire avec l'émergence de nouveaux traitements tels que Aromathérapie (**SMITH et al ., 2000**). Certaines huiles essentielles sont Puissant et dangereux lorsqu'il est appliqué sur la peau irritants (huiles riches en thymol ou carvacrol), allergènes (huiles riches en thymol ou carvacrol) Cinna aldéhyde (**SMITH et al , 2000**). Ou photo toxiques (huiles d'agrumes). Contient des furocoumarines (**NAGANUMA et al., 1985**). Les huiles essentielles contiennent principalement des phénols et des aldéhydes, qui peuvent irriter la peau.

Yeux, muqueuses. Ceux -ci sont: Cannelle de Ceylan, BasilicExotique, Menthe, clous de girofle, niaouli, thym à thymol, marjolaine, sarriette, citronnelle.

La dermatite préfère se produire sur la peau Paupières, aisselles, périnée et quelques autres Huiles essentielles Provoque une réaction allergique cutanée. La réponse à la maladie Les Circonstances varient, mais peuvent survenir jusqu'à 3 jours après le contact avec le produit.

Pour la peau. Ils vont du simple prurit (démangeaisons) à l'eczéma allergique transitoire.Plaques, côtés psoriasis et même pigmentation, ou Dépigmentation locale .Les cétones telles que l' α -thuyone sont particulièrement toxiques pour les tissus Nervosité (**FRANCHOMME et al. , 1990**).j'ai des huiles sont des composés essentiels , dont certains sont Cancer (**HOMBURGER et coll., 1968**). Une dose de 2g .Le menthol (extrait d'huile essentielle de menthe) est mortel, même 10 g d'eucalyptol sont Mortels entraîner la mort. Il est donc important d'utiliser des huiles essentielles et en tout cas, On ne devrait plus délivre en vente libre que des huiles essentielles particulièrement diluées pour éviter tout accident (**VASSART, 2009**).

L'activité insecticide de nombreux H.E. a été évaluée par rapport à un certain nombre d'insectes (**Mossa., 2016**). L'apparition rapide de toxicité à partir d'huile essentielles ou de leurs constituants chez les insectes et autres arthropodes suggère un mode d'action neurotoxique. (**Isman et Machial , 2006**).Des études antérieures ont montré que la toxicité des HE vis-à-vis d'une variété d'insectes est liée aux terpènes. Ils représentent la majeure partie des composants d'HE, en particulier des monoterpénoïdes. La toxicité des HE ne dépend pas seulement des composés chimiques qui agissent comme toxines, mais également de nombreux autres facteurs tel que : le point d'entrée de la toxine, les poids moléculaires et les mécanismes d'action (**Mossa, 2016**) .

A decorative frame shaped like a scroll, with rounded corners and a slight shadow effect, containing the chapter title.

Chapitre 2 :
PARTIE
EXPRMENTALES

PARTIE I : ETUDE DU MILIEU

1 Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt :

La wilaya de Tissemsilt est située à l'ouest de l'Algérie dans la région des hauts plateaux et fait partie de la bordure sud de la colline. Elle s'étale sur une superficie de 3152 km², elle s'étend sur une espèce entre 1°18'E et 2°18'E de longitude et 35°32'N et 36°00'N de latitude nord environ 80 kilomètre de monts et vallées la séparent de la mer méditerranée, la wilaya dispose de 08 daïras et 22 communes Elle est délimité par 6 Wilaya : au sud Tiaret et Djelfa, à l'ouest, au nord Chlef et Ain defla, à l'ouestRelizane, à l'est Médéa. La wilaya de Tissemsilt constitué un espace accessible et très ouvert. La wilaya de Tissemsilt, née du découpage territorial de 1984, a été tracée autour de l'imposant massif de l'Ouarsenis qui s'étend sur plus de la moitié nord de son territoire.

L'ensemble des conditions de vie est tributaire de la géographie physique. Le relief et, partant la géologie, l'hydrographie, le climat déterminent le régime des eaux et expliquent, dans une large mesure, l'évolution démographique, les conditions de vie, les rapports humains, l'importance de l'agriculture et de l'élevage, dans cette wilaya. (Schéma Directeur de de la wilaya Tissemsilt).



Figure 13:situation générale de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2008).

2 Caractéristiques climatiques :

Pour déterminer le climat de la zone d'étude, nous nous sommes référés aux données climatiques de la station météorologique de la commune d'Ain Bushekiv, Wilaya, Tiaret. Les coordonnées géographiques des stations sont données dans (Tableau7) (Khadija, A.,2018)

Tableau 7: Stations météorologiques étudiées (ancienne et nouvelle période).

Station	Coordonnées			Période d'observation	Paramètres disponibles
	Longitude	Latitude	Altitude		
Station Ain Bouchekif (Tiaret)	01°30'E	35°21'N	964m	1984-2018	P-T-M-m

2.1 Précipitations

La pluviosité est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. L'altitude, la longitude et la latitude sont les principaux gradients définissant la variation de la pluviosité.

En effet, la quantité de pluie diminue du nord au sud, de l'est à l'ouest et devient importante au niveau des montagnes (**Chaâbane, 1993**).

La région se caractérise principalement par un climat continental à hiver froid humide et à été chaud et sec (**Bounouira, 2020**).

Tableau 8: la précipitation dans la wilaya de Tissemsilt pendant six-ans (2016-2022)

Année	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019_2020	2020-2021	2021-2022
Pluie (mm)	262,70	671,65	409,95	256,20	257,57	293,20

(Source : D.S.A. de Tissemsilt.2022)

2.2 Températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les êtres vivants, le facteur climatique a été défini par **Péguy (1970)** comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable. L'une de nos préoccupations est de montrer l'importance des fluctuations thermiques dans l'installation et l'adaptation des espèces dans la région.

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivantes :

Température moyenne mensuelle « T ».

Température maximale « M ».

Température minimale « m ».

2.2.1 Températures moyennes mensuelles

Les moyennes mensuelles ou trimestrielles sont fréquemment utilisées par les climatologues et fournissent des résultats plus significatifs (Quézel et Médail, 2003-b).

Les moyennes mensuelles des températures confirment que janvier est le mois le plus froid pour la période étudiée (5,8° C en moyenne). Les températures moyennes les plus élevées se situent au mois de juillet avec une moyenne 26,7°C (Fig. 14)

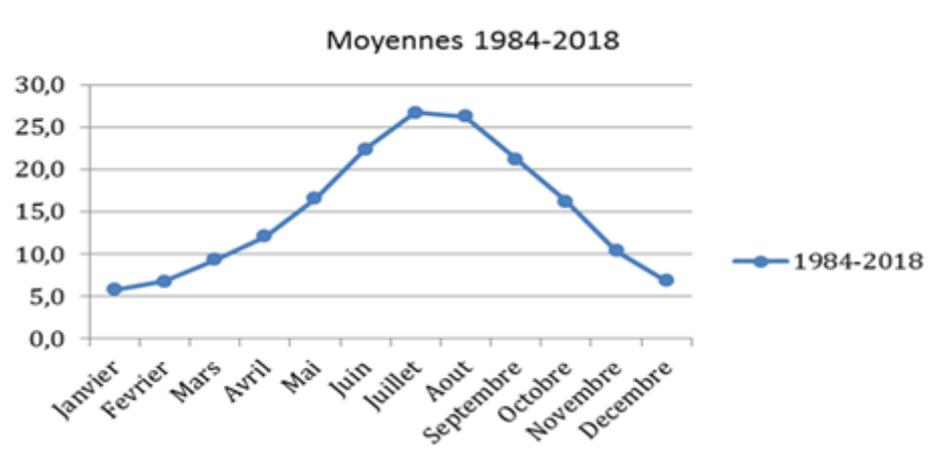


Figure 14: Variation des moyennes mensuelles des températures de la période (1984-2018) .

2.2.2 Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud « M »

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » représente aussi un facteur limitant pour certaines espèces. Pour notre station ces températures sont assez élevées durant la saison sèche ; 35,03°C au mois de juillet.

2.2.3 Températures moyennes des minima du mois le plus froid « m »

Dans la classification du climat, Emerger utilise la moyenne des minima du mois le plus froid « m » qui exprime le degré et la durée de la période critique des gelées. L'examen des températures nous a permis de signaler que le mois le plus rigoureux est celui de janvier. La moyenne des températures minimales de 1,06°C.

3. Synthèse bioclimatique :

La synthèse climatique est une étape indispensable pour tout projet relatif à l'environnement. Les phénomènes climatiques concernés sont la température et la pluviosité.

L'estimation de ces paramètres permet d'aboutir à une interprétation efficace des indices, d'où l'intérêt de ces derniers dans la détermination du type de climat.

Avant de procéder aux calculs des indices, nous avons fait appel à d'autres classifications climatiques.

3.1. Indice d'aridité de Martonne

Les résultats des calculs de l'indice de Martonne de la station de la zone d'étude oscillent entre 10 et 20 appartenant au niveau du semi-aride à drainage temporaire durant la période (1984/2018) (**Tab.09**)

Tableau 09:Indice d'aridité de Martonne.

Périodes	T (°C)	P	I	Type de climat
1984/2018	15	350	14	Climat semi aride.

3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Selon le diagramme ombrothermique (**Fig. 15**), la période sèche s'étale sur 5 mois de la mi-mai jusqu'à la mi-octobre et la période humide du mois d'octobre jusqu'à avril. Les mois de juin, juillet et août demeurent les mois les plus secs .

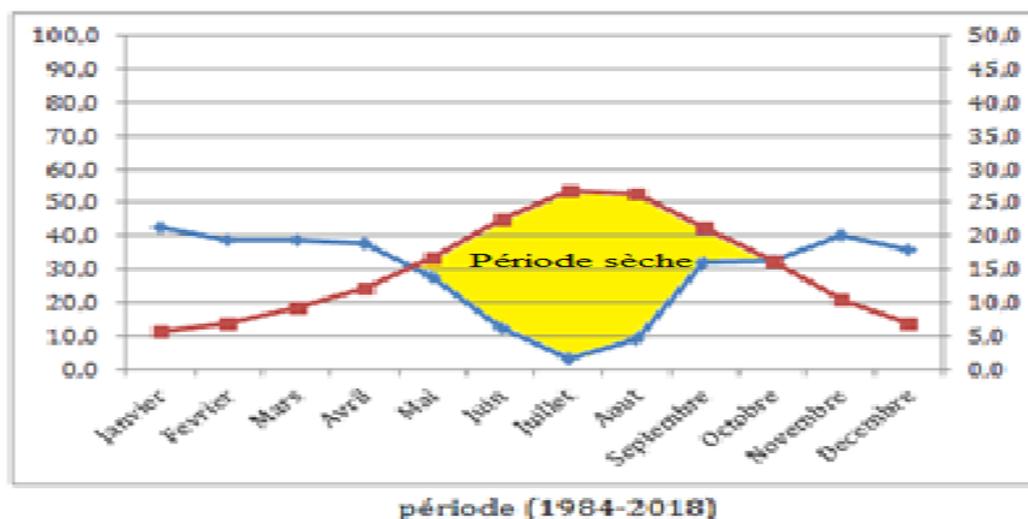


Figure 15:Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (1984-2018) (Bounouira;2019).

3.3. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Nous avons calculé Q2 selon les méthodes d'Emberger (1955) et Stewart (1969) ; nous avons obtenus les résultats suivants (Tableau 10)

Tableau 10 : Quotient pluviothermique d'Emberger.

Période	P	M	m	Q2
1984-2018	350	35,03	1,06	35,4

Sur le climagramme d'Emberger (Figure 16), le Q2 de la région de Tissemsilt pour la période (1984-2018) est de 35,4. A cet effet, nous remarquons que l'étage bioclimatique de la région de Tissemsilt a subi une variation de l'étage bioclimatique du sub-humide moyen à hiver frais au semi-aride inférieur à hiver frais au cours de la période 1984-2018.

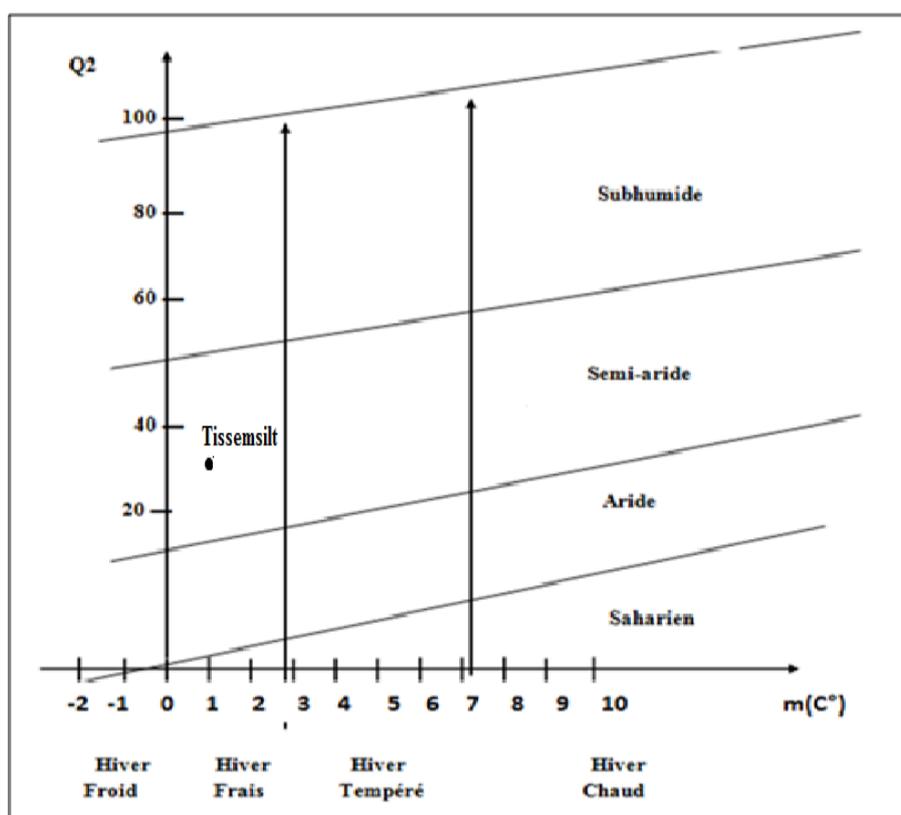


Figure 16 : Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q2) de la période (1984-2018)
Station de Ain Bouchekif (Tiaret).

Partie II : Partie expérimentale

1. Objectif de travail :

L'objectif de notre étude c'est l'étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata* et de la diatomite sur les larves du ravageur des céréales stockées (blé) *Tribolium confusum*, dans la région de Tissemsilt afin de trouver une méthode de lutte alternative fiable pour la protection des denrées stockées contre ce ravageur.

1.1. L'activité insecticide de la diatomite

Dans notre travail, nous nous intéressons à un matériau local appelé la diatomite, qui est plutôt abondant en Algérie. La diatomite est aussi appelée kieselguhr, c'est une roche sédimentaire siliceuse, poreuse et friable formée entièrement ou presque de "squelettes" de diatomées.

Les terres de diatomées ont été prélevées de la zone de Bider (Tlemcen en Algérie).

contient le coesite HP, silicium dioxyde (SiO₂) à 77 %, Magnésium Oxyde (MgO) à 4.5 %, Potassium Oxyde (K₂O) à 1.0 %, Calcium Oxyde (CaO) à 6.8 %, soufre (VI) oxyde (SO₃) à 0.6 %, phosphore (V) oxyde (P₂O₅) à 1.0 %, fer(III) oxyde, hématite HP (Fe₂O₃) à 4.1 %, Vanadium Phosphure (PV) à 0.4 %, Phosphore Sulfure (P₄S₇) à 1.0 %, Titane Oxyde (TiO₂) à 0.2 %, Aluminium Oxyde (Al₂O₃) à 2 %, Phosphore (P) à 1,0 %, Sodium Oxyde (Na₂O) à 0.4 %. a été déterminée par **Bounouira et al (2019)**

2. Activité insecticide de la diatomite contre le *Tribolium confusum*

2.1. Collecte des insectes et bio-essais dans le laboratoire

Afin de tester l'activité insecticide de la diatomite contre *Tribolium confusum* nous avons pris des échantillons de blé infestés par le *Tribolium confusum* de la coopérative des céréales et des légumes secs de Tissemsilt (CCLS). Nous avons conservé les insectes dans des sacs de plastique qui contiennent du blé pour assurer l'alimentation aux insectes.

2.2 Tests insecticides

Les insectes ont été exposés à la terre de diatomées à différentes concentrations: 0.0 mg ; 0.2mg ; 0.8 mg ; 1.4mg ; 2mg ; et 3mg/cm² sur dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre, qui contiennent du blé pour fournir de la nourriture au *Tribolium confusum* (Fig17).

Toutes les larves expérimentales ont été mises en laboratoire à 24° ± 2 ° C, nous avons contrôlé leur taux de mortalité toutes les 24h jusqu'à 120h d'exposition.



Figure17:Bio-essais contre les *Tribolium confusum*(original).

2.2.1 L'activité insecticide de l'huile essentielle :

2.2.1.1 Etude de l'huile essentielle

Dans cette étude l'huile essentielle a été extraite de la plante d'*Ammoides verticillata* par hydro distillation.



Figure18:Description d'*Ammoides verticillata*(Senouci H, 2020).

2.2.1.2 Collecte de la plante *Ammoides verticillata* :

L'*Ammoides verticillata* a été collecté dans la région de Tlemcen. La plante étudiée a été choisie avant tout pour leur intérêt thérapeutique et les effets de leurs essences botaniques.

2.2.1.2.1 Extraction de l'huile essentielle d'*Ammoides Verticillata* par hydrodistillation :

L'extraction par hydrodistillation reste la technique d'extraction la plus répandue et la plus simple pour obtenir les rendements les plus élevés sans altérer les huiles essentielles fragiles (Paris et Hurabiell, 1981), elle est simple dans son principe et ne nécessite pas de matériel coûteux. L'hydrodistillation est basée sur l'entraînement des volatils présents dans Grâce à la vapeur d'eau, les plantes peuvent couper avec précision des quantités déterminées de matière végétale (coupe en partie très fine) et bouillie dans de l'eau distillée pendant 5 heures. en attendant l'ébullition les cellules végétales s'éclatent et libèrent leurs contenus (Figure19) La vapeur dégagée, chargée de l'eau et des huiles essentielle, traverse un réfrigérant et se condensent. Enfin, deux phases se forment, l'eau et l'huile se séparent par la différence de densité (Tongnuanchan et al., 2014).

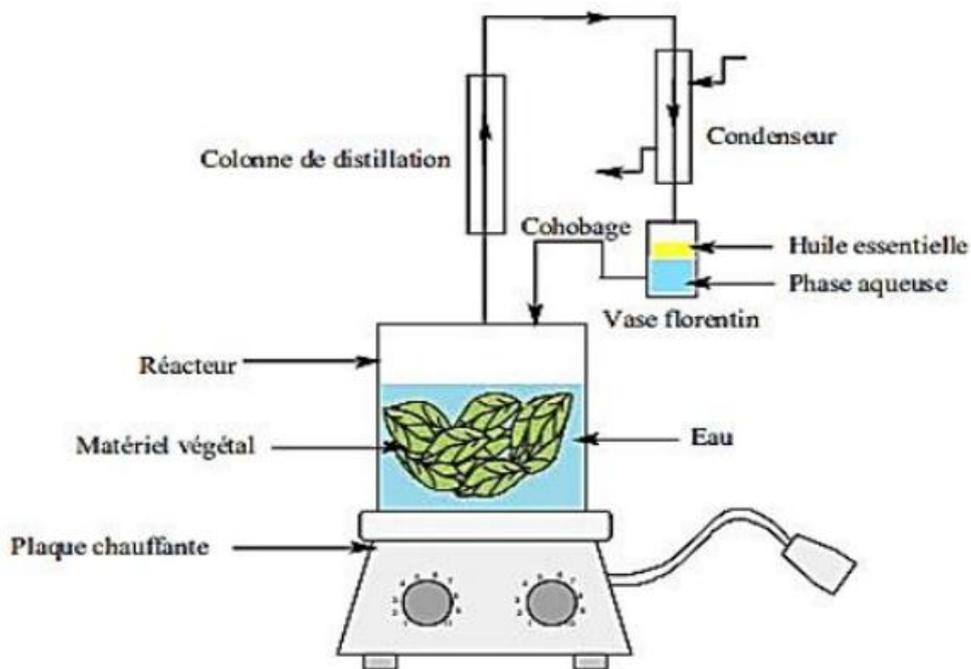


Figure19:Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (Tongnuanchan et al., 2014).

Les huiles essentielles utilisées ont été obtenues à partir des parties aériennes séchées d'*A. verticillata* par distillation à l'eau à l'aide d'un appareil de type Clevenger. L'huile essentielle extraite des parties aériennes.

2.2.1.2.2 Conservation des huiles essentielles :

La conservation des huiles essentielles nécessite certaines précautions élémentaires. Les échantillons sont scellés dans des flacons en verre fumé pour éviter le

risque d'altération des huiles essentielles par la lumière ou l'oxygène de l'air. Le flacon est maintenu à une température de 4°C jusqu'à l'utilisation de l'huile essentielle (**Attou A et al, 2019**).

3 L'activité insecticide de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* sur les larves de *Tribolium confusum* :

Dix larves sont introduits dans boîte de Pétri avec 10 gains de blés sur du papier filtre traités par différentes concentrations de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata*.

(2 μ l, 4 μ l, 8 μ l), nous avons effectuées Trois répétitions pour chaque dose avec une série témoin (**Figure20**), le taux de mortalité est contrôlé après 24h et 48h, 72 h, 96h,120h.

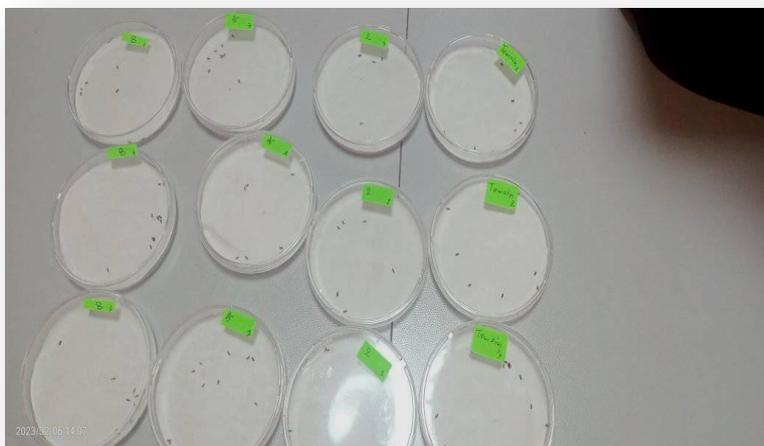


Figure 20: Test de mortalité d'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* sur les larves de *Tribolium confusum* (original).

4 Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats

Les expériences biologiques sont des expositions au moins partiellement contrôlées à toutes ou à des substances biologiques individuelles, dont les résultats sont décrits quantitativement ou numériquement et sujets à interprétation (**Lellouche et Lazar, 1974**).

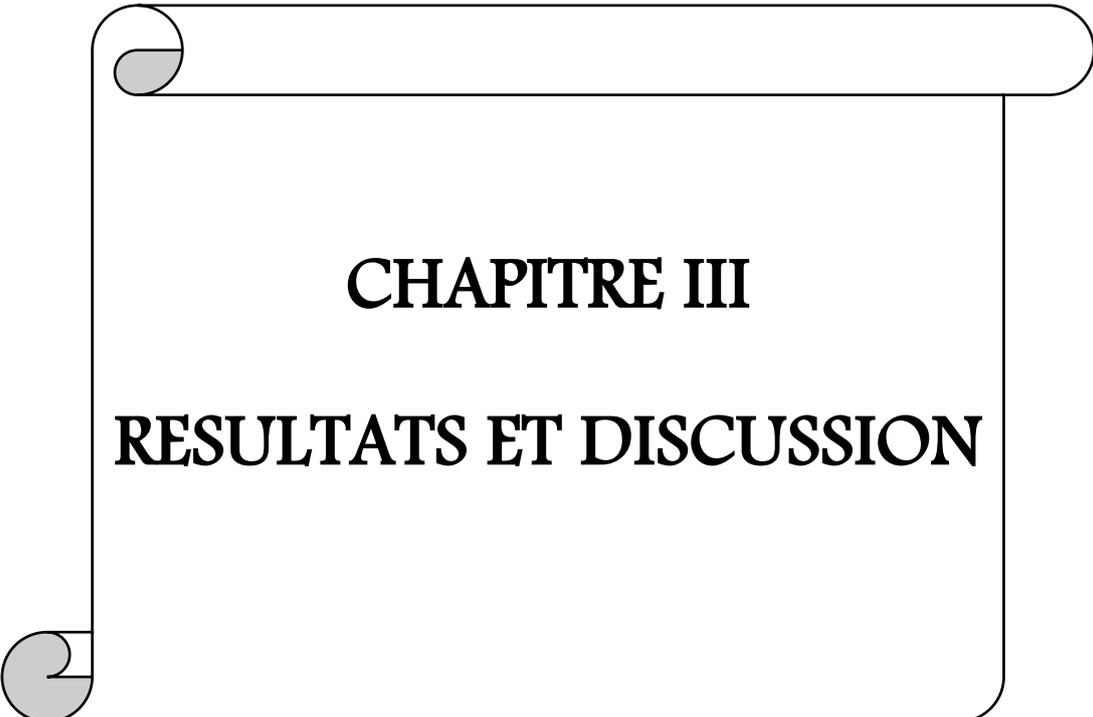
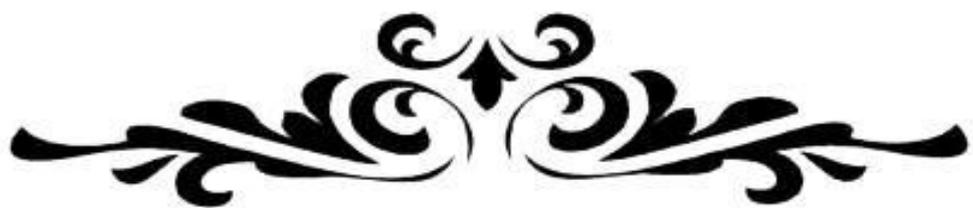
Les méthodes utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse de la variance (ANOVA) (analyse of variance), test de Tukey Kramer (HSD) et les concentrations létales.

La mortalité a été calculée en regroupant le nombre des individus morts et vivants à chaque répétition (**Dagnélie, 1975**). L'analyse des mesures répétées a été réalisée par population, avec un traitement de terres de diatomée comme effet principal et la mortalité des adultes comme variable de réponse. Les résultats obtenus ont été soumis au test de

CHAPITRE2 : PARTIE EXPERIMENTALES

l'analyse de variance (ANOVA à 1 critère de classification). Lorsque cette analyse a révélé des différences significatives, elle a été complétée par le test de Tukey Kramer (HSD) au seuil $\alpha = 0,05$ (Sokal et Rohlf, 1995).

Nous avons calculé les concentrations létales pour connaître les concentrations de terres diatomées qui ont déterminé les mortalités de 50% et 90% pour la population des Agriotes. Les analyses statistiques ont été réalisées avec logiciel SPSS.

A decorative frame shaped like a scroll, with rounded corners and a slight shadow, containing the chapter title.

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTAT

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à étudier l'activité insecticide d'un matériau local appelé la diatomite plutôt abondante en Algérie et une huile essentielle d'une plante locale (*l'Ammoïdes verticillata*) sur le parasite du blé stockés *Tribolium confusum*.

1 Concentrations de la diatomite efficaces

La mortalité de la population de *Tribolium confusum* par la diatomite a été hautement significative en fonction des doses et du temps ($P < 0,000$ $P < 0,000$, respectivement) (**Tab11**).

Tableau 11 : Test ANOVA pour la mortalité de la population de *Tribolium confusum* traités avec la terre de diatomée (TD) à 0 mg/cm², 0.2, 0.8, 1.4, 2 et 3, mg/cm²

	ANOVA SS	DDL	Carré moyen	F	Pr > F
doses	178,4	17	10,4941	5,083	6,22E-07
temps	247,622	4	61,9056	29,99	2,21E-14

Nous savons par des travaux antérieurs que différentes souches de la même espèce ont des susceptibilités différentes à la TD (**Rigaux et al., 2001**), que la concentration de la diatomite affecte la mortalité et que la diatomite diffèrent dans leurs efficacités (**Fields et Korunic,2000**).

Afin de comparer l'efficacité de différentes concentrations de notre formulation de la diatomite, nous avons réalisé un test de Duncan (**Tab12**). Nous avons remarqué une efficacité similaire entre les concentrations 0mg, et 0.2 mg/cm² avec un taux de mortalité de moins de 30% en moins de 120 h d'exposition. Nous avons marqué aussi une efficacité similaire entre les concentrations 0.8 et 1.4mg/cm² avec un taux de mortalité inférieur à 60 % en moins de 120 h d'exposition et la diatomite. Une efficacité similaire a été trouvée entre les concentrations 2 et 3mg/cm² avec un taux de mortalité supérieur à 80 % après 120h d'exposition.

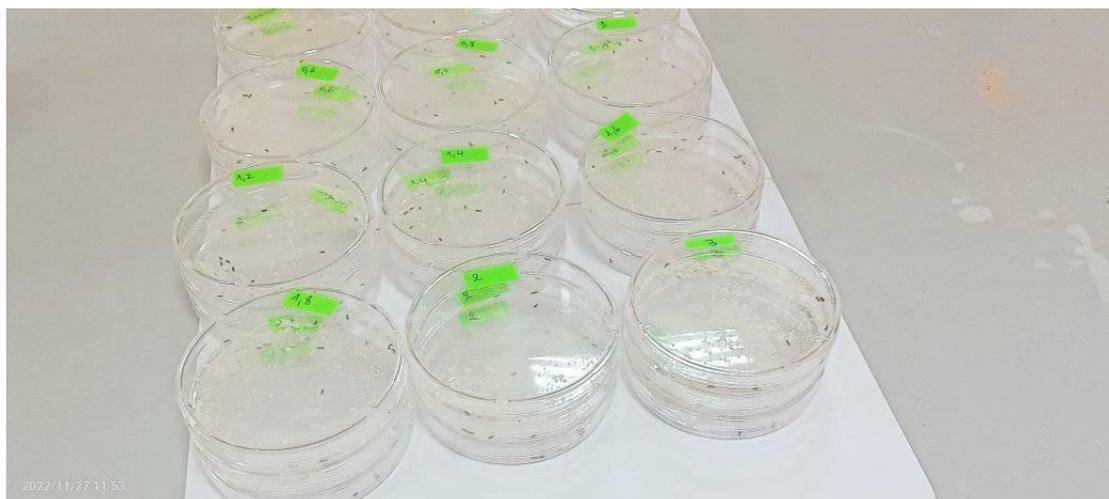


Figure 21 :Test de la mortalité de la population de *Tribolium confusum* traités avec la terre de diatomée (TD) (original).

Tableau 12 : Susceptibilité de la population de *Tribolium confusum* aux différentes concentrations de la diatomite.

Doses (mg/cm ²)	Duncan groupement Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
	1	2	3
00	1,66 A		
0,2	2,66 A		
0,8		5,66 B	
1,4		6,00 B	
2,00			8,66 C
3,00			9,00 C

Dans le tableau suivant (Tab 13), Nous avons comparé la sensibilité de la population de *Tribolium confusum* traitée par la diatomite, les comparaisons étaient basées sur la mortalité observée. Il serait intéressant de connaître les concentrations létales pour contrôler cette population.

Estimation des valeurs de concentration létale (CL) pour la population de *Tribolium confusum*.

Pour connaître les concentrations de la diatomite qui déterminent les mortalités pour la population de *Tribolium confusum* en fonction du temps, nous avons calculé les concentrations létales.

Le tableau suivant présente les concentrations létales de la diatomite :

Tableau 13: Valeurs estimées des concentrations létales après traitement par la diatomite sur la population de *Tribolium confusum*.

Doses létales	Limites de confiance à 95 % pour Dose		
	Estimation (mg/cm ²)	Borne inférieure	Borne supérieure
10	0,115	0,007	0,285
20	0,202	0,023	0,426
30	0,305	0,054	0,576
40	0,433	0,110	0,761
50	0,600	0,210	1,017
60	0,833	0,378	1,432
70	1,182	0,646	2,267
80	1,780	1,052	4,468
90	3,141	1,758	13,471
99	12,108	4,710	234,111

Les résultats du tableau montrent que la diatomite a un effet toxique important sur la population de *Tribolium confusum* à la CL50 de 0,600mg/cm² et la CL90 de 3,141mg/cm².

2 Concentrations de l'huile essentielle de *l'Amoïdes verticillata* efficaces

La mortalité de la population de *Tribolium confusum* par l'huile essentielle de *l'Amoïdes verticillata* a été hautement significative en fonction des doses et du temps (P<0,000P<0,000, respectivement) (Tab 14) .

Tableau 14: test ANOVA pour la mortalité de la population de *Tribolium confusum* traités avec l'huile essentielle de *l'Amoïdes verticillata* à 00µL, 2, 4 et 8µL.

	ANOVA SS	DDL	Carré moyen	F	Pr > F
Doses	614,983	11	55,9076	146,7	6,69E-31
temps	24,4333	4	6,10833	16,03	3,61E-08

Nous avons comparé l'efficacité de différentes concentrations de notre huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata* par le test de Duncan (Tab16).La population témoin présente une moyenne de mortalité de 2,66 en moins de 120h après le traitement avec l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata*. Nous avons observé une efficacité similaire entre les concentrations 0mg, et 0.2 mg/cm² avec un taux de mortalité de moins de 30% en moins de 120 h d'exposition.

La concentration 8μL avait une moyenne de mortalité de 9,33 après 120h du traitement avec l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata*.

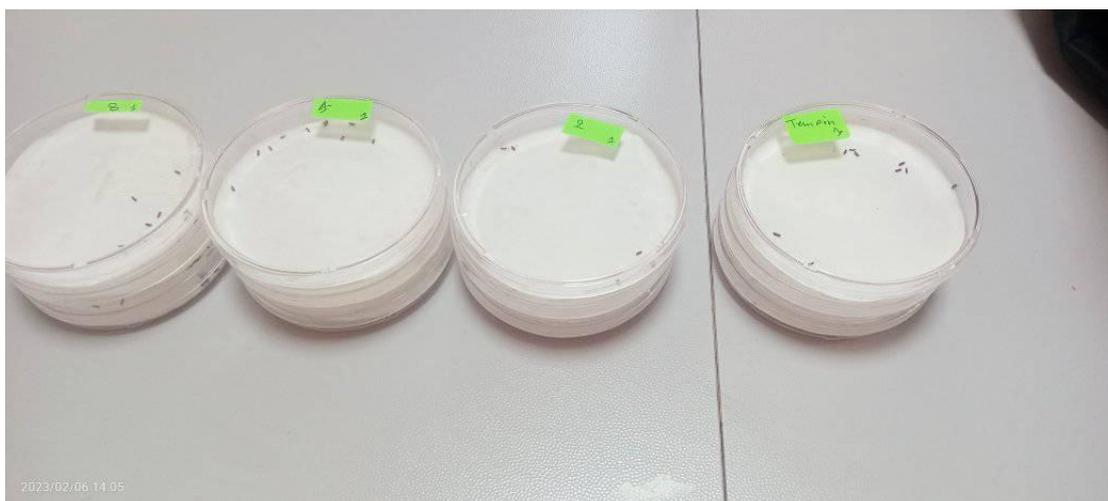


Figure 22 : Test de la mortalité de la population de *Tribolium confusum* traités avec l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata* , (original).

Tableau 15: Susceptibilité de la population de *Tribolium confusum* aux différentes concentrations de l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata*.

Doses (μL)	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
	1	2	3
00	2,66 A		
2,00		3,00 B	
4,00		6,00 B	
8,00			9,33 C

3 Estimation des valeurs de concentration létale (CL) pour la population de *Tribolium confusum*

Le tableau suivant montre l'estimation des concentrations létales de l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata* qui déterminent les mortalités pour la population de *Tribolium confusum* en fonction du temps.

Tableau 16: Valeurs estimées des concentrations létales après traitement par l'huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata* sur la population de *Tribolium confusum*.

Doses létales	Limites de confiance à 95 % pour Dose		
	Estimation (μL)	Borne inférieure	Borne supérieure
10	1,22	0,09	2,06
20	1,67	0,26	2,56
30	2,10	0,53	3,05
40	2,54	0,94	3,65
50	3,04	1,53	4,55
60	3,65	2,26	6,24
70	4,42	3,03	9,87
80	5,54	3,84	18,81
90	7,57	4,92	49,74
99	15,88	8,05	553,28

D'après les résultats du tableau 17. Nous avons remarqué l'effet important de la toxicité de notre huile essentielle de l'*Ammoïdes verticillata* sur la population de *Tribolium confusum* avec une CL50 de 3,04μL et la CL90 de 7,57μL.

DISCUSSION

1.la diatomite :

Dans cette étude, nous avons testé l'activité insecticide de la diatomite contre la *Tribolium confusum*.

Selon **BOUNOUIRA 2021**, l'activité insecticide de la diatomite sur la cératite et les Agriotes a donné des résultats hautement significatifs.

Glenn Moore, entomologiste à Northrop King, pense que la terre de diatomées peut être utilisée comme insecticide pour les cultures (**DeCrosta, 1979**).

L'effet de la terre de diatomées sur les insectes est très important. Parce que son action sur les insectes est entièrement mécanique, il ne libère pas de résidus nocifs qui pénètrent dans le système digestif d'autres organismes, et les insectes sont moins susceptibles de développer une tolérance à la terre de diatomées. En **1943**, **l'USDA** a découvert dans une étude contrôlée que la terre de diatomées avait un taux de destruction de 86 % contre le charançon du haricot. Une expérience non contrôlée menée dans des champs de coton en Californie a montré que la terre de diatomées était plus efficace que les pesticides chimiques, avec des rendements de culture significativement plus élevés dans les champs traités avec de la terre de diatomées. (**Ross, 1981**).

De plus il a été signalé qu'il était efficace contre cafards l'épéisme argentés punaises de lit acariens fourmis et puces., (**Faulde, M.K., et al ,2006**) gastéropodes comme les imaces (**Fields, P., Allenet, al , 2002**) et aussi contre les infestations (**Athanassiou, C.G. (2006)**).

D'après nos résultats, la diatomite a un effet insecticide contre cette espèce. Les résultats de l'activité insecticide de la diatomite sur *Tribolium confusum* nous ont donné CL50 de 0,600mg/cm² et la CL90 de 3,141mg/cm².

Après plusieurs nos expériences de l'activité de la diatomite sur *Tribolium confusum* nous avons remarqué que le taux de mortalité des larves de *Tribolium confusum* augmente avec l'augmentation des doses utilisées pour atteindre son maximum (10 individus) à la dose de 3mg/cm² après 120h d'exposition à la terre de diatomée.

C'est un insecte mécanique. Les insectes ne peuvent développer une immunité ou une résistance aux pesticides contre TD. c'est à travers Détermine le mode d'action de la poussière. Diverses théories ont été proposées. 1) Hypertrophie superficielle de la peau après déshydratation (**Zacher et Kunicke, 1931**). (2) troubles gastro-intestinaux (**Smith, 1969**). (3) Obstruction des spiracles et de la trachée (**Webb, 1945**). Par conséquent, il peut être utilisé pour lutter contre les insectes. Pas de développement à long terme de résistance aux pesticides Effets communs aux autres pesticides (**islamiques et Raman 2016**).

D'après des études antérieures et nos résultats, la terre de diatomées peut être utilisée comme pesticide naturel sans danger pour l'homme et l'environnement.

2. Les huiles essentielles (HE) :

Dans cette étude, nous avons testé l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* sur les larves de *Tribolium confusum*.

Les plantes aromatiques médicinales sont considérées selon leur composition Les huiles essentielles (HE), comme biopesticides pour aider à contrôler les souches Insectes et ravageurs des peuplements forestiers (Ketho, 2004). Les pesticides botaniques aident à lutter contre les ravageurs agricoles Convient pour une utilisation dans les pays développés et peut jouer un rôle important Il est plus important pour la protection post-récolte et la nourriture (Isman, 2006). Parmi les nombreux produits dérivés des plantes, l'application d'huiles essentielles en fait partie.

Les huiles essentielles et leurs ingrédients sont réellement toxiques De nombreux insectes pénètrent par contact et fumigation (Saheb, 2007). Les huiles essentielles peuvent être une solution efficace, facile à utiliser et peu coûteuse. Persistance (Isman, 2006) biodégradable et respectueux de l'environnement .

L'effet de mortalités :

Les bio pesticides à base d'huiles essentielles forment une classe intéressante d'insecticides, car ils sont constitués de multiples composés aux mécanismes d'action différents.

De plus, il existe plusieurs méthodes d'application (Chiasson et Beloin, 2007).

Dans notre étude sert à évaluer l'effet toxique de l'HE extraite d'*Ammoides verticillata*, sur les larves de *Tribolium confusum*. En utilisant différentes doses huiles essentielles (2µl, 4µl et 8 µl) ; pour évaluer la mortalité des larves .

Selon (Bouchikhi-Tani et al., (2018). Les huiles essentielles extraites par hydrodistillation de cinq plantes aromatiques d'Ouest Algérien – *Ammoides verticillata* (Apiacées), *Origanum glandulosum* (Lamiacées), *Thymus capitatus* (Lamiacées), *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées), et *Artemisia herba-alba* (Asteracées), ont été testées à différentes doses sur les larves de *Tineola bisselliella*, dans les conditions de laboratoire (Température de 26°C et humidité relative de 75 %). Ces huiles présentent une activité larvicide importante. Les huiles essentielles extraites d'*Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum* sont les plus toxiques avec des DL50 de 5,92µL/50,24cm², 6,66µL/50,24cm², et 7,16µL/50,24cm² respectivement, *Ammoides verticillata* présente une toxicité un peu variable avec une DL50 = 7,95µL/50,24cm² .

Delimi et al. (2013) montrant que les huiles essentielles sont extraites de l'armoise (*Artemisia herba alba*) est considéré comme un insecticide à double action. après un Des *Efestia cueniera* adultes (Lépidoptères) ont reçu différentes doses de cette huile, Une mortalité significative a été enregistrée en fonction de la dose et de la durée d'exposition. de plus, Troubles de la reproduction après application topique d'huiles essentielles Les pupes des crachats de puce sont enregistrées. Par conséquent, les effets toxiques sont dose-dépendants. Il est utilisé pour prolonger la période précédant l'ovulation et le développement des pupes. Cela réduit également le temps de ponte.

Selon **Lee et al (2003)**, les extraits bruts de la plante *Ricinus combis* sont toxiques. Sur les larves de *Tribolium confusum* après intoxication par ingestion Plantes. Diverses plantes (*Fgonia laevis*, *Picris echioides*, *Tomarix. boveana*) a montré d'excellents effets antiappétissants sur *le tribolium confusum* (**Aldryhim, 1990 ; Kubo, 1994 ; Arthur, 2000 ; Fields & Korunic, 2000 ; LewisPhil et al., 2003**).

Khani et al. (2017) ont étudié la toxicité des huiles essentielles de *Juniperus polycarpus* et de *J. sabina* contre *T. confusum* ; les valeurs de CL50 pour les huiles essentielles de *J. polycarpus* et de *J. sabina* étaient respectivement de 368,4 et 301,9 $\mu\text{L} / \text{L}$ d'air.

L'activité insecticide de l'HE d'*Ammoides verticillata* a été prouvée dans plusieurs travaux et sur plusieurs espèces d'insectes, tels que *Sitophilus zeamais* (**Bounouira Y et al, 2020**) et *Bactrocera oleae* l'un des principaux ravageurs de l'olive dans toute la région méditerranéenne avec une CL50 de 10.1 $\mu\text{L}/\text{l}$ pour les larves L3 de l'insecte (**Senouci H, 2019**) Notre étude sert à évaluer l'effet toxique de l'HE extraite d'*Ammoides verticillata*, sur les larves de *Tribolium confusum*. En utilisant différentes doses huiles essentielles (2 μl , 4 μl et 8 μl) ; pour évaluer la mortalité des larves.

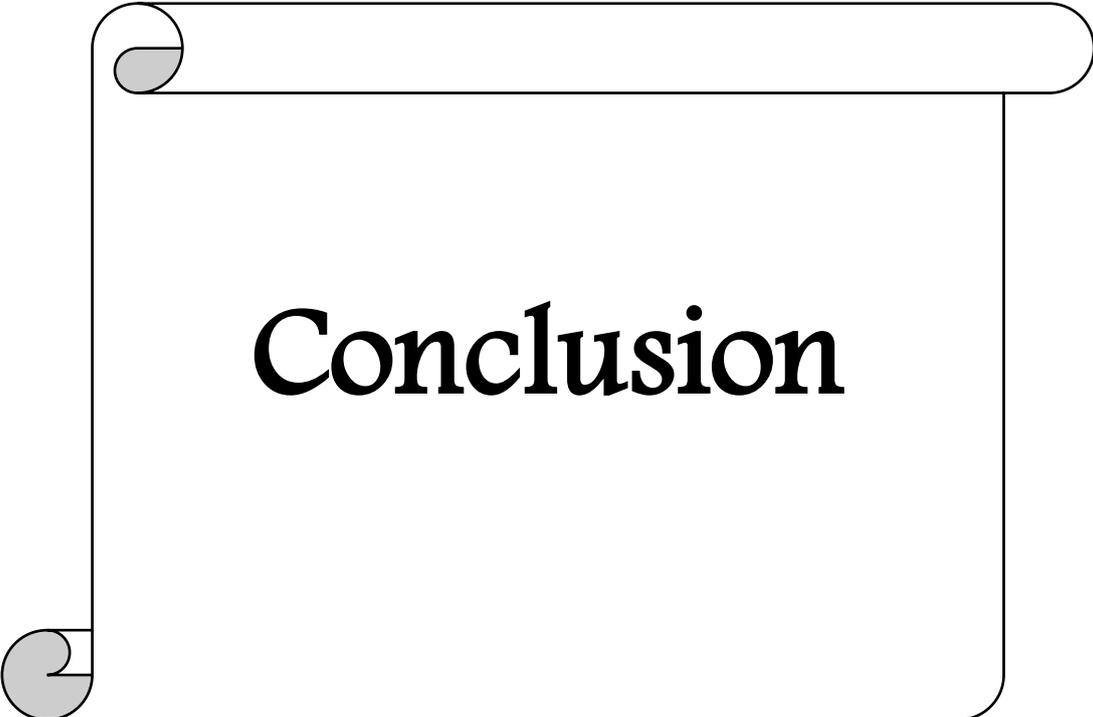
Les résultats obtenus montrent nettement que l'HE d'*Ammoides verticillata*, a révélé un effet insecticide significatif sur les larves de *Tribolium confusum* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent. Nos résultats, présente un la population témoin une moyenne de mortalité de 2,66 en moins de 120h après le traitement avec l'huile essentielle de l'*Ammoides verticillata*. Nous avons observé une efficacité similaire entre les concentrations 0mg, et 0.2 mg/cm² avec un taux de mortalité de moins de 30% en moins de 120 h d'exposition.

La concentration 8 μL avait une moyenne de mortalité de 9,33 après 120h du traitement avec l'huile essentielle de l'*Ammoides verticillata*.

Après plusieurs nos expériences de l'activité de l'HE d'*Ammoides verticillata* sur *Tribolium confusum* nous avons remarqué que le taux de mortalité des larves de *Tribolium confusum* augmente avec l'augmentation des doses utilisées pour atteindre son maximum (10 individus) à la dose de 8 μl après 120h d'exposition à huile essentielle d'*Ammoides verticillata*.

L'activité biologique des huiles essentielles dépend généralement de leur composition chimique. Ainsi, toutes les huiles analysées, bien qu'appartenant à la même famille botanique, période d'extraction, méthode de séchage et d'analyse, etc., ont été caractérisées par une abondance de constituants chimiques différents, et dans certains cas par leur nature pouvant être caractérisée. Origine, environnement dans lequel les plantes poussent. Les organes examinés ont une grande influence sur la composition chimique des huiles essentielles (**Taleb-Toudert, 2015**).

D'après des études antérieures et nos résultats, l'HE d'*Ammoides verticillata* peut être utilisée comme pesticide naturel sans danger pour l'homme et l'environnement.

A decorative frame shaped like an unrolled scroll, with rounded corners and a grey shadow on the left side to give it a three-dimensional appearance. It is centered on the page.

Conclusion

Conclusion

Dommmages graves causés par les ravageurs aux aliments conservés Certains insectes sont souvent capturés de force et nécessitent l'aide des agriculteurs La lutte chimique est la mesure de protection la plus couramment utilisée. Actuellement utilisés sont Ces produits de synthèse deviennent de plus en plus indésirables en raison de leur toxicité. à l'organisme et à l'environnement, notamment au développement d'insectes résistants. Explorer de nouvelles alternatives plus efficaces et moins nocives pour l'environnement De ce fait, il s'avère que l'utilisation de préparations à base de produit naturelle et les plantes aromatiques est nécessaire. Possède de nombreux avantages par rapport aux pesticides synthétiques.

Notre étude a permis d'évaluer l'activité insecticide de la diatomite et d'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre les larves *Tribolium confusum*.

Des résultats très importants ont été obtenus par notre expérience avec l'activité insecticide de la diatomite sur *Tribolium confusum* nous avons obtenu des CL50 de 0,160 mg/ cm² et des CL90 de 1,855 mg/ cm².

Nous avons remarqué que le taux de mortalité des larves de *Tribolium confusum* augmente avec l'augmentation des doses utilisées pour atteindre son maximum (10 individus) à la dose de 3 mg/cm² après 120h d'exposition à la terre de diatomée .

Des résultats très importants ont été obtenus par notre expérience avec l'activité insecticide d'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre les larves *Tribolium confusum*.

Les résultats obtenus font ressortir une toxicité d'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* assez élevées atteignant que le taux de mortalité des larves de *Tribolium confusum* augmente avec l'augmentation des doses utilisées pour atteindre son maximum (10 individus) à la dose de 8 µl après 120h d'exposition à huile essentielle d'*Ammoides verticillata*.

Des mesures préventives et thérapeutiques sont nécessaires pour maximiser la protection du blé entreposé contre les insectes. La prévention est importante lors du

stockage dans des installations bien conçues, régulièrement entretenues, bien nettoyées et ventilées à chaque lieu de stockage. De nouvelles façons de réduire l'utilisation des produits chimiques et les risques qui y sont associés sont à l'étude en vue d'interventions thérapeutiques. Parmi ces méthodes, l'accent est mis sur l'utilisation de méthodes alternatives basées sur l'utilisation d'extraits de plantes comme biopesticides à faible persistance et faible toxicité. Jusqu'à récemment, les agriculteurs utilisaient des traitements aux pesticides Produits chimiques synthétiques antiparasitaires. Cependant, puisqu'il s'agit d'une campagne, Les campagnes de sensibilisation sont principalement lancées par des écologistes et des défenseurs de l'environnement.

Ces résultats nous permettent de proposer ce produit naturel comme alternative possible aux insecticides jusque-là utilisés pour lutter contre les insectes ravageurs des denrées stockées qui permettra de mieux préserver notre santé et l'environnement.

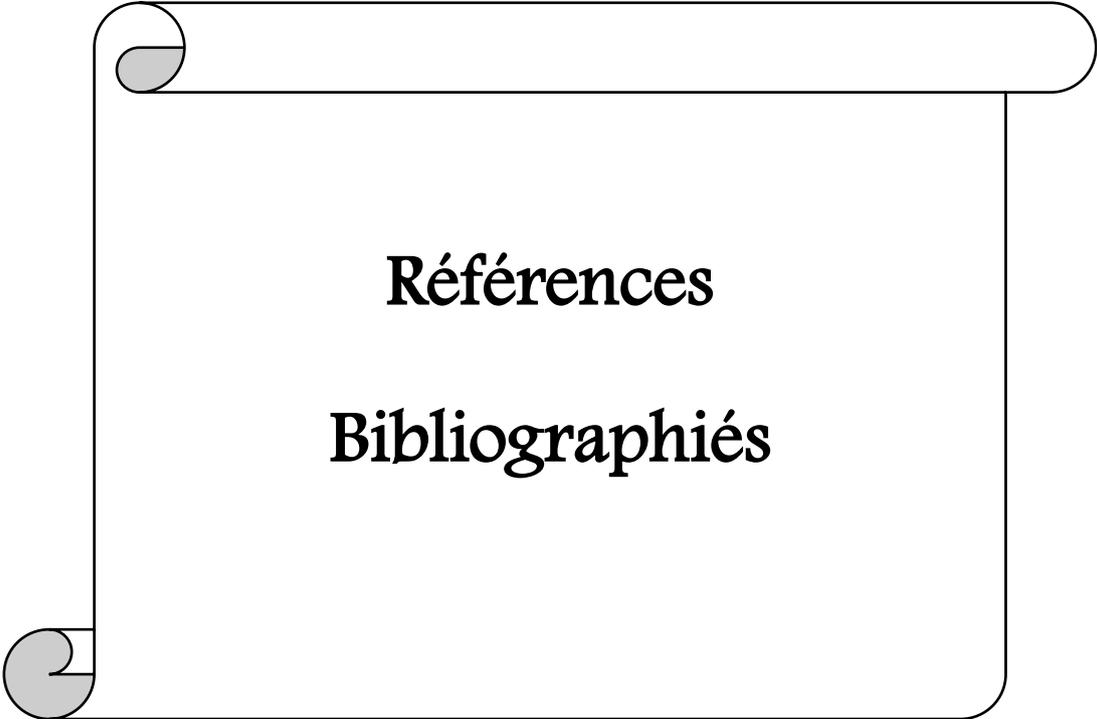
Cependant, cette étude nécessite une recherche complémentaire. A l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche, ainsi nous ouvre de nombreuses perspectives dont

La terre de diatomées doit être combinée avec de l'huile essentielle *d'Ammodendron verticillata* pour obtenir de meilleurs résultats.

L'étude de la résistance des insectes vis-à-vis des huiles essentielles ainsi que de leurs composants majeurs s'avère aussi nécessaire pour connaître le ou les composé (s) responsable (s) de l'activité insecticide observée chez ces ravageurs.

En effet, le travail nécessite de grands efforts qui associent plusieurs spécialités afin de mettre les céréales stockées dans les meilleures conditions les plus favorables.

Les résultats obtenus sont certes encourageants, mais l'efficacité de cette huile essentielle reste encore à démontrer en situation réelle dans les entrepôts de stockage.

A decorative frame shaped like a scroll, with rounded corners and a shaded area on the left side, enclosing the text.

Références
Bibliographiés

1. **Abahri H., 2017.** Toxicité de deux huiles essentielles de romarin à l'égard d'un insecte ravageur des grains stockés *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae).
2. **Abdelguerfi A., Laouar M., (2000).** Les ressources génétiques des blés en Algérie. Passé, présent et avenir. Actes du premier Symposium International sur la filière de blé. Enjeux et Stratégies. Office Algérien International sur la filière de blé. Alger, Algérie. 7-9 Février. 133-148 p
3. **Abis S, 2012,** Le blé en Méditerranée : sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire, relations commerciales. CIHEAM. Paris. 241-247.
4. **Ahmad, L. 2016.** *Stockage des céréales: L'Algérie doit développer ses capacités de stockage.*
5. **Aidani H., 2015.** Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master, Univ: Tlemcen, 80p.
6. **Aldryhim, Y. N. (1990).** Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.)(Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 26(4), 207-210.
7. **Anonyme, 2014,** à Office Algérien interprofessionnel des céréales. Rev. Trimes. Chamb. Agric. Algérienne de commerce et d'industrie, Algérie, 6p.
8. **Aouina A., Khelifi N., 2018.** Evaluation de l'effet répulsif de *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill, sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Herbst), Mémoire de Master, Univ: M'Sila, 41p.
9. **Arthur, F. H. (2000)** Impact of accumulated food on survival of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete treated with cyfluthrin wettable powder. *J. Stored Prod. Res.* 36: 15–23.
10. **Attou A., Davenne D., Benmansour A., Lazouni H.A., 2019,** Chemical Composition and Biological Activities of *Ammoides verticillata* Essential Oil from West Algeria. *Phytothérapie.* 17(1), 2-8
11. **Azoui, H. 2015.** Etude du comportement d'une collection de blés cultivés en Algérie vis-à-vis de quelques stress biotiques. Mémoire de magister en science agronomique, option: Production et amélioration des plantes. Université El Hadj Lakhdar, Batna: 75p.
12. **Bachrouch, O., Jemâa, JMB, Wissem, AW, Talou, T., Marzouk, B., & Abderraba, M.(2010).** Composition et activité insecticide de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller et *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae). *Journal de recherche sur les produits stockés* , 46 (4), 242-247.
13. **BALACHOWSKY A., 1939** : Entomologie appliquée à l'agriculture. Les coléoptères .Ed. Masson et Cie, Paris T1. 1921p.
14. **BARKER, Philip A., HURRELL, Elizabeth R., LENG, Melanie J., PLESSEN, Birgit, WOLFF, Christian, CONLEY, DanielJ., KEPPENS, Eddy et al.** "Carbon

- cycling within an East African lake revealed by the carbon isotope composition of diatom silica: a 25- ka record from Lake Challa, Mt. Kilimanjaro." *Quaternary Science Reviews*, vol.66, p. 55-63. Doi : 10.1016/j.quascirev.2012.07.016, (2013).
15. **Barron C., Abécassis J., Chaurand M., Lullien-Pellerin V., et al., 2012.** Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche. UMR-IATE Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes INRA, CIRAD, SUPAGRO, UM II Montpellier, France. N°19 : 51-62 p.
 16. **Barron C., Surget A., Rouau X., (2007).**Relative amounts of tissues in mature wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and their carbohydrate and phenolic acid composition. *Journal of Cereal Science* 45, 88-96 p.
 17. **Benazzedine. M; 2010.** Activités insecticides de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (coléoptera, curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae). Ecole nationale supérieur agronomique El-Harrach d'Alger-ingénieur
 18. **BENBELKIR A., HAMMANI A., 2019.** Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Thymus pallescens* et *Cymbopogon citratus*.. Mémoire Master, Univ Mohamed El Bachir Elbrahimi, Bordj Bou Arréridj, 83p.
 19. **BENKACI, DJAMEL.** Caractérisation et valorisation de la diatomite de Sig (contribution à l'évaluation du potentiel industriel). Mémoire de Magister : Génie Minier : Ecole Nationale Polytechnique, (2015).
 20. **Benlameur,Z. (2016).** Les ravageur des denrees stockées et leur impact sur la santé humaine. Thèse Doct.en scien .agro.ENS.agro .,Alg., 133p.
 21. **Berhaut P., Le Bras A., Niquet G., Griaud P., 2003,** Stockage et conservation des grains à la ferme, ARVALIS, Institut du végétale, Ed. Tec et Doc, Paris, 108 P.
 22. **BERTON Y , et le BERRE P .(1983) –** Diatomite _ Guide de prospection des matériaux de carrière .BRGM , collection Manuels et méthodes
 23. **Bhuwan, B. M., & Tripathi, S. P. (2011).** Repellent Activity of Plant Derived Essential Oils against *Sitophilous oryzae* and *Tribolium castaneum*. *Singapore J of Sci Res*, 1, 173-178
 24. **Bonjean A .et Picard E., 1990 -** Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 page
 25. **Bouchikhi-Tani Z., Anouar K.M., Bendahou M. (2018).** Evaluation des propriétés larvicides des huiles essentielles extraites de cinq plantes aromatiques d'Algérie : essai sur la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera: Tineidae). *Journal Scientifique Libanaise*, 19(2): 187- 199.

26. **Bouhdid S, Idomar M, Zhiri A, Baudoux D, Skali N.S et Abrini J., 2006**, Thymus essential oils : chemical composition and *in vitro* antioxidant and antibacterial activities, Congrès international de biochimie, Agadir, Maroc.
27. **Bounneche H., 2015**, Fric : technologie de fabrication et qualité mémoire de magister, département de technologies alimentaires, université Constantine 1
28. **Bounouira Y., Gaouar-Benyelles N., Senouci H., M'saad-Guerfali M. 2019.** Insecticidal efficacy of diatomaceous earth on larvae of *Agriotes lineatus* (Coleoptera; Elateridae), potato pests in Tissemsilt, Algeria., *Fresenius Environmental Bulletin.*, Volume 28 No. 12A/2019 pages 9956-9962.
29. **Bounouira Yassine, Gaouar Benyelles Nassira, Senouci Hanane, Benazzouz Fatima Zohra, Chaieb Ikkal, 2020**, L'activité insecticide d'une formulation de l'huile essentielle d'*ammoides verticillata* avec la terre de diatomée sur les *Sitophilus zeamais*, Ecology and Management of Natural Ecosystems Laboratory, Department of Ecology and Environment, University of Tlemcen, Algeria
30. **BOUNOUIRA Yassine**, Thèse de Doctorat, Activités biologiques de la diatomite sur les bioagresseurs des cultures en vue d'une lutte naturelle et biologique, 2019/2020.
31. **Boutigny A. L., 2007**, Etude de l'effet de composés du grain de blé dur sur la régulation de la voie de biosynthèse des trichothécènes B : purification de composés inhibiteurs, analyse des mécanismes impliqués. Thèse de doctorat : Alimentation et nutrition. Paris : Université Bordeaux 1.
32. **BRADBURY, J. P., et W. N. KREBS.** "Fossil continental diatoms: paleolimnology, evolution, and biochronology." *Short Courses in Paleontology*, vol.8, p. 119-138. Doi :10.1017/S2475263000001458, (1995).
33. **BRUNETTON J., 1987** : Éléments de phytochimie et de Pharmacognosie, Tec. et Doc. Lavoisier, Paris. 230 p.
34. **Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J. et Stashenko, EE (2012).** Répulsion et toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon flexuosus* et *Lippia organoides* cultivées en Colombie contre *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research* , 50 , 62-65.
35. **CAMARA, 2009** : Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) et *Tribolium castaneum* herbst (coleoptera: tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse, doctorat, U.N.I.V. Québec, Montréal. 154 p
36. **Casida J.H. (1990).** Pesticide mode of action, evidence for implications of a finite number of biochemical targets. In: Casida J.E. (ed.). *Pesticides and alternatives.*

- Innovative chemical and Biological Approaches to Pest Control. Amsterdam: Elsevier, pp. 11-22.
37. **Chaâbane A., 1993**, Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement. Thèse Doctorat en Ecologie. Uni.Aix-Marseille III. 205 p + annexes.
38. **Charvet JP ; 2012** . Claire Levasseur. Atlas de l'agriculture : 14p.
39. **Chehat F., 2007**. Analyse macroéconomique des filières, la filière blé en Algérie. Projet PAMLIM «Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation» Alger: 7-9.
40. **Chiasson H. et Beloin N., 2007, Les huiles essentielles,des biopesticides « Nouveau genre.**
41. **CLARKE, Jonathan**. "The occurrence and significance of biogenic opal in the regolith." Earth-Science Reviews, vol.60, no 3-4, p. 175-194. Doi : 10.1016/S0012-8252(02)00092-2, (2003).
42. **Clement G. et Prats J., (1970)**. Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351 p.
43. **Coraf. 2007-** Programmes de productivité agricole en Afrique de l'ouest. Plan de Gestion des pestes et pesticides. Rapport E1553., v 2. Dakar, p5-6.
44. **Cruz, J.F., Hounhouigan, J. D., Lessard, F.F., Troude, F., 2016**, Les Insectes Des Stocks Et Les Méthodes De Lutte. In : La Conservation Des Grains Après Récolte. Quae,CTA, Presses Agronomiques De Gembloux. France. P : 187.
45. **Dagnelie P., 1975**, Théorie et méthodes statistiques : Application agronomique, vol II Presses agronomiques, Gembloux, Belgium
46. **Dajoz R., 2010**. Dictionnaire D'entomologie. Paris : Tec & Doc. 348 p
47. **DeCrosta, A., 1979**. *Mother Nature's bug-killer, Org. Gard.*, 26: 38--44.
48. **Delimi A., Taibi F., Fissah A., Gherib S., Bouhkari M. et Cheffrou A. (2013)**. Bioactivité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemessia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). *Afrique science* ,9(3) : 82 – 90.
49. **Delobel A., Tran M., 1993**. Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 424 p.
50. **DIDIER P., 2013**: Développement embryonnaire du ver de la farine. Souche initiale aimablement fournies par le Dr Harmony Baldwin. University of biology
51. **Djermoun, A. 2009**. La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Nature and Technology*, 1: 45-53.

52. **Doumandji A., Doumandji-mitiche B., Salaheddine D. (2003).** Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires: 1-22
53. **DRE., 2008,** Schéma directeur de la wilaya de Tissemsilt. Mission 1. État des lieux. 79p.
54. **Ducom P., 1982.** La protection phytosanitaire des grains après récolte. Rev. Phytoma. Def. Cult., 133:32-37.
55. **El-Wakeil, N.E.,2013,** Retracted article: Botanical Pesticides and Their Mode of Action. *Gesunde Pflanzen.* 65(4) :125–149. DIO : 10.1007/s10343-013-0308-3.
56. **Emberger L., 1955,** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48 p.
57. **FAO ; 2015.** Perspectives de récolte et situation alimentaire 1 : 7p.
58. **Faulde, M.K., Tisch, M., Scharninghausen, J.J. (2006)** Efficacy of modified diatomaceous earth on different cockroach species (Orthoptera, Blattellidae) and silverfish (Thysanura, Lepismatidae). *J Pest Sci.* 79(3), 155-161
59. **Feillet P., 2000,** Le grain de blé : Composition et utilisation. Edition Quae. INRA. Paris ; p: 308
60. **FELDMAN M., (2001).** Origin of Cultivated Wheat. In Bonjean A.P. et W.J. Angus. The world Wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept Limited. Andover. Angleterre. P : 3-56
61. **Fields, P., & Korunic, Z. (2000).** The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research,* 36(1), 1-13
62. **Fields, P., Allen, S., Korunic, Z., McLaughlin, A., Stathers, T. (2002)** Standardized testing for diatomaceous earth. Proc. 8th International Working Conference of Stored-Product Protection, York, UK. Entomological Society of Manitoba
63. **FLOWER, R.J.** Diatom Methods Diatomites: Their Formation, Distribution, and Uses. In: Elias, S.A. and Mork, C.J. (Eds.), *Encyclopedia of Quaternary Science,* Elsevier, Amsterdam, p. 501–506, (2013).
64. **FRANCHOMME P, PÉNOËL D. (1990)** - L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jallois éditeur. Limoges. 445 p. Francis. CRC press .pp.73-77.2007.
65. **FRINGS, PATRICK J., CLYMANS, WIM, JEPPESEN, ERIK, LAURIDSEN, TORBEN L., STRUYF, ERIC et CONLEY, Daniel J.** "Lack of steady-state in the global biogeochemical Si cycle: emerging evidence from lake Si sequestration." *Biogeochemistry,* vol.117, no 2, p. 255-277. Doi : 10.1007/s10533-013-9944-z, (2014).

66. **Gretia. (2009).** Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Rapport GREZIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 396 p.
67. **Gusmão, K. A. G., Gurgel, L. V. A., Melo, T. M. S., & Gil, L. F. (2013).** Adsorption studies of methylene blue and gentian violet on sugarcane bagasse modified with EDTA dianhydride (EDTAD) in aqueous solutions: kinetic and equilibrium aspects. *Journal of environmental management*, 118, 135-143.
68. **GWINNER J., HAMISCH R., et MUCK O., 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn. Pp : 368
69. **Hamadache A, (2013).** Eléments de phytotechnie générale-Grandes Cultures-Tome 1 : le blé, pp : 11-49.
70. **HARWOOD, DAVID M., NIKOLAEV, VLADIMIR A., et WINTER, DIANE M.** "Cretaceous records of diatom evolution, radiation, and expansion." *The Paleontological Society Papers*, vol.13, p. 33-59. Doi : 10.1017/S1089332600001455, (2007).
71. **Hazzit M., Baalioumer A., Verissimo A. R., Faleiro M. L., Miguel M., G., 2009,** Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. *Food chemistry*.116,741-721
72. **Ho F.K., 1969.** Identification of pupae of six species of Tribolium (Coleoptera; Tenebrionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 62,1223-1237.
73. **Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R et Roemer, S.C. 1993.**Diatom extracellular polymeric substances: function, fine structure, chemistry and physiology. *Journal of Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R Phycology - 29: 537-566.* Huchon*etal.*1970.
74. http://entomology.ucr.edu/ebeling/ebeling_7/le_13/06/2010
75. **Ibrahim M.A., Kainulainen P., Aflatuni A., Tilikkala K., Holopainen J.K. , 2001.** Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, vol 10 : 243-259.
76. **INRAE. (2019).** IGEPP.. Retrieved from INRAE. (2019, juin 13).
77. **ISMAN M., 2000:** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19: 603-608 p
78. **ITGC, (2013).** La culture de blé Institut technique des grandes cultures (ITGC).2013.
79. **Kebdani M., 2017.** *Identification des souches locales de Bacillus thuringiensis en vue d'une lutte biologique contre Ceratitiscapitata et autres pathogènes de l'oranger Citrus sinensis. Thèse de doctorat Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen.pp.116.*
80. **Kéita S.M., Amason J.T., Baum B.R., Marles R., Camara F., et Traoré A.K., 1999.**Etude ethnopharmaologique traditionnelle de quelques plantes

- médicinales anthelminthiques de la Haute-Guinée (République de Guinée) Revue Med. Pharm. Afr., 13, 49-64
81. **Kent NL., Evers A.D., (1994).** Technology of Cereals. Oxford: Pergamon Press Ltd.
 82. **Ketho, I. A. Glitho et Koumaglo.** Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces de genre *Cymbopogon* (poaceae). J. Soc. Ouest. Afr. Chim, 18 (2004) 21- 34.
 83. **Khadidja, A. 2018.** Etude de la variabilité génétique et de potentialité d'adaptation chez *Artemisia herba-alba* dans la steppe de l'Ouest Algérien (Doctoral dissertation, UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES).
 84. **Khani, A., Rashid, B., et Mirshekar, A. (2017).** Chemical composition and insecticidal efficacy of *Juniperus polycarpus* and *Juniperus sabina* essential oils against *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). International Journal of Food Properties, 20(S2), S1221-S1229.
 85. **Khayra, R., & Yamina, D. 2019.** Effet insecticide par inhalation de l'huile essentielle des feuilles de *Mentha pulegium* sur l'insecte ravageur de blé en post-récolte «*Tribolium castaneum*» (Herbst.
 86. **Kheladi M. (2009).** L'industrie agroalimentaire : Réalité, Enjeux et problèmes. Recherches économiques et managériales. N° 6 : 32-67 pp. cité par: Melle. MEGHAZI Nassima Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de magistère en sciences agronomiques thème Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stocké. Année 2014- 2015.
 87. **Khoshnoud H., et Khayamy M., 2008.** Insecticidal effects of ethanolic extract from *Verbascum cheiranthifolia*. Against two stored product insect pests species. Journal of biological sciences, 8(1), 191-195.
 88. **Korunic, Z., 1997b.** Diatomaceous earth, a group of Natural insecticides. Journal of Stored Products Research 34, 87±97.
 89. **Kubo, I., Muroi, H., & Kubo, A. (1994).** Naturally occurring antiacne agents. Journal of Natural Products, 57, 9–17.
 90. **Labeyrie Y., 1962.** Les *Acanthoscelides obtectus*, entomologie appliquée à l'agriculture. ed. ♦ Masson Publ. Paris, 335 P.
 91. **Laurent C., Maxime F., Mazé A., Tichit M. (2003).** Multifonctionnalité de l'agriculture et modèles de l'exploitation agricole. Économie rurale. 273(1), 134-152
 92. **Lee S, Peterson CJ, Coats JR. 2003.** Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. Journal of Stored Product Research 39: 77-85
 93. **Lellouche J., Lazar P., 1974,** Méthodes statistiques en expérimentation biologique Flammarion and Cie, Eds

94. **Lepesme P., 1944** : Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed.P.Le chevalier, Paris. Pp.61-67.
95. **Lerant P., 2015**. Les insectes : Histoires insolites. Versailles : Quae.
96. **Lersten, N. R. (1987)**. Morphology and anatomy of the wheat plant. Wheat and wheat improvement, 13, 33-75.
97. **Lewis, P. A., DeLoach, C. J., Herr, J. C., Dudley, T. L., & Carruthers, R. I. (2003)**. Assessment of risk to native Frankenia shrubs from an Asian leaf beetle, *Diorhabda elongata deserticola* (Coleoptera: Chrysomelidae), introduced for biological control of saltcedars (*Tamarix* spp.) in the western United States. *Biological Control*, 27(2), 148-166
98. **Mallek H. (2017)**. Contribution à l'étude de la mycoflore associée aux grains de blé et d'orge dans la wilaya de Bouira. Thèse de Doctorat, Université de Bouira), p 7-45.
99. **Mebarkia A., 2001**, Inventaire et estimation des dégâts causés par les insectes des stocks dans la région de Bordj-Bou Arridj. Bioécologie et effets des radiations ionisantes sur le potentiel biotique de *Rhyzoperta dominica*. (Coleoptera: Bosrtrychidae).Thèse de Magister, option: production végétale et agriculture de conservation, Université de Farhat Abbas, Sétif, 67 p
100. **Meradi H, 2009**. Synthèse et Caractérisation d'une Poudre Thermo protectrice à 1600 °C., Mémoire de magister Université Badji Mokhtar, Annaba. pp.75
101. **Messaoudene H., Mouhou N., 2017**. Etude de la toxicité des huiles essentielles contre les ravageurs des denrées stockées, Mémoire de Master, Univ: Abderrahmane MIR-Bejaia, 35p.
102. **Monneveux P., (1991)**. Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu arides.(éd). Aupelf-Uref.J. Eurotxt.L. Paris: 165_186p
103. **Moule, 1971**, Céréales 2. Phytotechnie spéciale. (Ed). La maison rustique, Paris, 236p.
104. **MURRAY, JOHN, et RENARD**, Alphonse François. Report on deep-sea deposits based on the specimens collected during the voyage of HMS Challenger in the years 1872 to 1876. HM Stationery Office, (1891)
105. **Nadjem, K., (2012)** ' contribution a l'étude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride.' mémoire de magister, département des sciences agronomiques, Université FERHAT Abbas Sétif.
106. **NAGANUMA M., HIROSE S.,NAKAYAMA, Y.,NAKAJIMA, K., SOMEYA T.(1985)** A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch. Dermatol. Res.* 278, 31-36.
107. **Ndiaye D.S.B. (1999)**. Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oils.*Current Medicinal Chemistry*. 10: 813-829. origin, occurrence and risks. *World Mycotoxin Journal* 2(2): 129-140. Cité par Mlle BESSADAT Nabahat thèse de DOCTORAT LMD Spécialité: Microbiologie Option : Contrôle Microbiologique et

- Hygiène Alimentaire Isolement, identification et caractérisation des *Alternaria* sp. Responsables de la détérioration des plantes maraichères par des systèmes enzymatiques et moléculaires année universitaire 2013- 2014
108. **Neffar F, (2013)**. Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress abiotiques dans différents génotypes de blé dur (*Triticum durum*) et l'orge (*Hordeum vulgare*) soumis à la sécheresse Ecologie et biologie végétale, université Ferhat Abbas, Sétif, Thèse doctorat : 1p
109. **Ngamo, L.S.T., Hance, T.H., 2007**, Diversité Des Ravageurs Des Denrées Et Méthodes Alternatives De Lutte En Milieu Tropical. *TROPICULTURA*. 25(4) :215-220.
110. **OGENDO J.O., DENG A.L., BELMAIN S.R., WALKER D.J.** and MUSANDU A.A.O., 2004: Effect of Insecticidal Plant Materials, *Lantana camara* L. and *Tephrosia vogelii* Hook, on the Quality Parameters of Stored Maize Grains. *J. Food Techn. Africa*, 9(1): 29-36
111. **ONFAA ; 2016** . Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires, importance de blé à l'échelle mondiale
112. **OPFERGELT, S., EIRIKSDOTTIR, E.S., BURTON, K.W., EINARSSON, A., SIEBERT, C., GISLASON, S.R., HALLIDAY, A.N.** Quantifying the impact of freshwater diatom productivity on silicon isotopes and silicon fluxes: Lake Myvatn, Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 305, p. 73–82, (2011)
113. **Ozols, G., Bicevskis M., 1979**, Respects for the use of IPS *Tyrophagus* Attractant. In: .Shumakov, E.M., Chekmenev, S.Y., & Ivanova, T.V. *Biologia Aktualis Veshchestva Zashchiva Rastenij. Izd. Kolos, Moscow*. P : 49-51
114. **Paris M., Hurabielle., 1981**, Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome 1. Masson. Paris. France.
115. **PLUNKETT, G. M., N. J. WHITEHOUSE, V. A. HALL, D. M. BROWN, et M. G. L.BAILLIE**. "A precisely- dated lake- level rise marked by diatomite formation in northeastern Ireland." *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, vol.19, no 1, p. 3-7. Doi : 10.1002/jqs.816, (2004).
116. **Pruthi, H. S., M. Singh 1950**. Pests of stored grain and their control. Special number. *Indian journal of Agricultural Science*. 1-52 p.
117. **Quézel P., Médail F., 2003**, Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *Instit. Médit. d'ecol. Et de paleoécolo. Univ. d'Aix Marseille*. III. 20-511.
118. **Rastoin J.L. and Benabderrazik L.H. (2014)** Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb Pour un co-développement de filières territorialisées. IPAMED, Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen.
119. **Rebecca et al (2003)**, les différents stades de développement de *Tribolium confusum*.

120. **Rigaux, M., Haubruge, E., Fields, P.G., 2001.** *Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of Tribolium castaneum.* *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101, 33-39
121. **Ross, T. E. (1981).** Diatomaceous earth as a possible alternative to chemical insecticides. *Agriculture and Environment*, 6(1), 43-51.
122. **Round, F.E., Crawford, R.M. ET Mann, D.G. 1990.**The Diatoms.Biology& morphology of the genera. - Cambridge Univ. Press Ed.
123. **Saeidi, M., & Moharramipour, S. (2013).** Activités insecticides et répulsives des huiles essentielles d'Artemisia khorassanica, Rosmarinus officinalis et Mentha longifolia sur *Tribolium confusum*. *Journal of Crop Protection* , 2 (1), 23-31.
124. **Saheb D., 2007, Activité acaricide de quatre huiles essentielles sur Tetranychus cinnabarinus Boisduval 1876 (Acari ; Tetranychidae) et contribution à l'étude de leur composition chimique par GC/MS, Mémoire de Magister, Institut national Agronomique d'El-Harrach - Alger, 83p.**
125. **Said-Al Ahl H., Hikal,W., Tkachenko. K., 2017,** Essential Oils with Potential as Insecticidal Agents: A Review. *Journal of Environmental Planning and Management* 3(4) :23-33. DIO :2381 7259.
126. **Sbabdji, M. 1997.** Contribution à l'étude de la perte de croissance de Cedrus atlantica MANETTI suite aux attaques de la processionnaire du pin Thaumetopoea pityocampa SCHIFF (Doctoral dissertation, Thèse Magister en sciences agronomiques, spécialité: foresterie et protection de la nature, INA (1997), 116p).
127. **Semsar., 2013.** Effet insecticide de l'huile végétale d'argan (Argania spinosa) à l'égard de deux insectes ravageurs du blé. UMMTO
128. **Sendi, J. J., Ebadollahi, A., 2013,** Biological Activities of Essential Oils on Insects. In: Govil, J. N. & Bhattacharya, S. Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP): Essential Oils–II. Studium Press LLC. India. P :138.
129. **Senouci Hanane, 2020,** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de *Ammoides verticillata*, en combinaison avec les huiles essentielles de *Curcuma longa* et *Allium sativum* et Micro- encapsulation de l'HE de *Ammoides verticillata* en vue d'une lutte biologique, Thèse de Doctorat en Ecologie animale, Université Aboubakr Belk aïd – Tlemcen, P94.
130. **Serpeille A., 1991.** La bruche du haricot : un combat facile. Bulletin semences, n° 116, Ed. ♦ FNAMS, Paris, pp : 32-34.
131. **Shewry P R., Underwood C., Wan Y., Lovergove A ., Bhandari D ., Toole G ., Clare Mills E.N ., Denyer K. and Mitchell R. A.C. (2009)** Storage product synthesis

- and accumulation in developing grains of wheat. *Journal of Cereal Science* Vol 50: 106-112.
132. **Slama A., Ben Salem., Ben Naceur M et Zid E., 2005.** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance ; *Sécheresse* 16 (3) : 225-229 ;
133. **Smith, B.C. 1969.** Effects of silica on the survival of *Cleome gillamacul at lengi* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Leptinotarsadecemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Can Entomol.* 101, 460-462.
134. **Smith, Jeffrey and Petra Todd. 2000.** "Is Propensity Score Matching the Answer to LaLonde's Critique of Nonexperimental Estimators?" Unpublished manuscript, University of Western Ontario.
135. **SOEJARTO D et FARNSWORTH NR., 1989:** Tropical rainforsts: potential sources of newdrugs. *Perspectives in Biology and Medicine.* 32:244-258 p
136. **STEFFAN J.R., 1978.** Description et biologie des insectes .Les insectes et les acariens des céréales stockées .Coed . A. F. N .O R.-I .T. G. C. F, Paris.237 p
137. **Stewart P., 1969,** Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59, p.23-36
138. **Sumper M. (2002).**A phase separation model for the nanopatterning of diatom biosilica.*Science*, 295, 2430-2433.
139. **Surget A and Barron C. (2005).** Histologie du grain de blé, *Industrie des cereals* 145 4-7.
140. **Taleb-Toudert Karima., 2015,** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat en Sciences biologiques. Université MOULOUD MAMMERI de Tizi- Ouzou.134p.
141. **Tariq S., Wani S., Rasool W., Shafi K., Ahmad Bhat M., Prabhakar A., Shalla A.H., Rather M.A., 2019,** A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral.Potential of essential oils and their chemical constituents against drugresistant microbial pathogens. *Microbial Pathogenesis.*134. P.1-20
142. **THERIOT, EDWARD C., FRITZ, SHERILYN C., WHITLOCK, CATHY, et CONLEY, DANIEL J.** "Late Quaternary rapid morphological evolution of an endemic diatom in Yellowstone Lake, Wyoming." *Paleobiology*, vol.32, no 1, p. 38-54. Doi :10.1666/0094-8373, (2006).
143. **Tongnuanchan P. and Benjakul S.J., 2014.** *Food Sci.* 79p.

144. **Toninoli F et Meglioli V., 2013**, Huiles essentielles l'encyclopédie. France. 13. P.531-342
145. **Tripathi A.K., Upadhyay. S., Bhuiyan. M., Bhattacharya. P. R., 2009**, A Review on Prospects of Essential Oils as Biopesticide in Insect-Pest Management. *Journal of Pharmacognosy and Phototherapy*. 1(5) : 52-63
146. **WALLACE, ALAN R.** "Chapter B: Regional Geologic Setting of Late Cenozoic Lacustrine Diatomite Deposits, Great Basin and Surrounding Region: Overview and Plans for Investigation." Bulletin 2209-B. Doi : 10.3133/b2209B, (2003).
147. **Walter E. (2002)**. Pests of stored food products.
148. **Webb, J.E., 1945.** *The penetration of Derris through the spiracles and cuticle of Melophagus ovinus, L. Bulletin of Entomological Research 36, 15-22.*
149. **Zacher, F., Kunike, G. (1931).** *Contributions to the knowledge of stock pests.* Investigations on the insecticidal effect of oxides and carbonates (in German). Arb Biol Reichsan. 18, 201-231.
150. **Zahalka J.P., 2010**, Les huiles essentielles. Editions du Douphin 75014. Paris. P.367
151. **Zapata, N., & Smagghe, G. (2010).** Repellency and toxicity of essential oils from the leaves and bark of *Laurelia sempervirens* and *Drimys winteri* against *Tribolium castaneum*. *Industrial Crops and products*, 32(3), 405-410.
152. **Zia-Ur-Rahman. (2006).** Storage effect on nutritional quality of commonly consumed cereals. *F.Chem.* p: 53-57

Résume :

La céréaliculture est l'une des plus anciennes cultures connues de l'homme depuis l'Antiquité, et le blé est la culture la plus consommée au monde.

La production de blé est affectée par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques, provoquant plusieurs maladies animales et humaines telles que les insectes. Le contrôle de ces insectes dépend généralement de l'utilisation de pesticides chimiques, qui à leur tour menacent l'environnement en général et les humains en particulier. Des alternatives biologiques doivent être utilisées.

Cette étude vise à tester l'effet de la poussière de diatomite et des huiles essentielles extraites de la plante d'*Ammoides Verticillata* contre *Tribolium confusum* dans la région de Tissemsilt pour l'utiliser comme insecticide biologique contre cette espèce.

:Abstract :

Cereal cultivation is one of the oldest crops known to man since ancient times, and wheat is the most consumed crop in the world.

Wheat production is affected by several biotic and abiotic factors, causing several diseases of animals and humans such as insects. Control of these insects usually depends on the use of chemical pesticides, which in turn threaten the environment in general and humans in particular. Therefore, biological alternatives must be used.

This study aims to test the effect of diatomite dust and essential oils extracted from *Ammoides Verticillata* plant against *Tribolium confusum* in Tissemsilt region to use it as a biological insecticide against this species.

: ملخص :

تعتبر زراعة الحبوب من اقدم الزراعات التي عرفها الانسان منذ القدم ,كما يعتبر القمح اكثر المزروعات استهلاكاً في العالم.

يتأثر انتاج القمح بعدة عوامل حيوية و لاحيوية ,مسببة عدة امراض للحيوان و الانسان كالحشرات .تعتمد عادة السيطرة على هذه الحشرات على استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية التي بدورها تهدد البيئة بشكل عام و البشر بشكل خاص .لذلك يجب استخدام بدائل حيوية.

تستهدف هذه الدراسة الى اختبار تأثير تراب الدياتوميت و الزيوت الاساسية المستخلصة من نبات اموييد فارتيسيلاتا ضد خنفساء الدقيق في منطقة تيسمسيلت لاستخدامه كمبيد حشري بيولوجي ضد هذا النوع .