



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique
Université de Ghardaïa
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des
sciences de la terre
Département des sciences agronomiques



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master académique en
sciences agronomiques

Spécialité : Protection des Végétaux

Thème

**Contribution à l'étude du pouvoir insecticide de
Cleome arabica L. contre *Tribolium castaneum*
dans la région de Ghardaïa**

Réalisé par :

- **TEBBAKH Ilyes**

Soutenu devant le jury composé de / Evalué par :

Nom et prénom	Grade	Qualité	Etablissement
MEHANI Mouna	Pr.	Président	Université de Ghardaïa
ZERGOUN Youcef	M.C.A.	Examineur	Université de Ghardaïa
MEDDOUR Salim	M.C.A.	Encadreur	Université de Ghardaïa
MLIK Randa	M.R.B.	Co-encadreur	Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie, Station d'Adrar, Algérie.

Année universitaire : 2024/2025

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À mes chers parents, **Hammou** et **Zahra**, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leurs sacrifices silencieux. Votre soutien a été la lumière qui m'a guidé tout au long de ce parcours.*

*À mes frères **Redouane**, **Zakaria** et **Ibrahim**, pour leur présence rassurante et leurs encouragements constants.*

*À mes deux grandes familles, **Tebbakh** et **Ouirrou**, pour leur affection, leurs prières et leur foi en moi.*

*À mon cousin **Sofiane**, pour ses mots motivants et sa bienveillance tout au long de mon chemin.*

À mes partenaires de parcours académique tout au long de cette expérience universitaire :

***Abderrahmane** Hammouda, **Chikh** Salah **Rachid**, **Chikh** Bassa **Amine**, et **Mounir** Mosbah, pour leur amitié sincère, leur entraide et tous les moments partagés.*

Et à tous mes amis de parcours, qui ont marqué ma vie étudiante d'une manière ou d'une autre.

Ce travail vous est dédié avec toute ma reconnaissance et mon affection.

TEBBAKH Ilyes

Remerciements

Louange à Dieu, le Très-Haut, qui m'a accordé la force, la patience et la persévérance pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon encadrant, **Dr. Meddour Salim**, qui a joué un rôle essentiel dans l'orientation de ce travail. J'ai beaucoup bénéficié de son expertise, de ses remarques pertinentes et de son suivi rigoureux. Je lui exprime toute ma reconnaissance et mon profond respect.

J'adresse également ma gratitude à ma co-encadrante, **Dr. Mlik Randa**, pour son suivi attentif et ses orientations méthodologiques qui ont contribué à structurer ce travail.

Je remercie vivement les membres du jury : **Pr. Mehani Mouna**, présidente du jury, et **Dr. Zergoun Youcef**, examinateur, pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour leurs remarques enrichissantes.

Un remerciement particulier à **Dr. Rouari Linda** pour son professionnalisme, sa bienveillance et ses conseils précieux durant cette période.

Je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble des enseignants qui ont contribué à mon parcours de formation, notamment **Mme Chehma Saïda**, **M. Sadine Salah Eddine**, **M. SAbihi Abdelhafid**, **Pr. Alioua Youcef**, **Pr. Benriema Atika**, **Dr. Moussaouli Bakir**, et **Mme Chettah Boutheyna**, **Dr. Siboukeur Abdallah**, pour la qualité de leur encadrement et leur disponibilité.

Je n'oublie pas de remercier **les responsables du laboratoire**, pour leur assistance technique et leur accompagnement précieux durant les différentes phases expérimentales.

J'exprime également ma profonde reconnaissance à **Abderrahmane Hammouda**, compagnon de route et ami fidèle tout au long de ce parcours universitaire, pour son soutien constant et sa présence réconfortante.

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin, au cours de cette étape importante de ma vie.

Merci à vous tous.

TEBBAKH Ilyes

Liste des tableaux

	N° page
Tableau n°1: Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région de Ghardaïa pour l'année 2024 et la période allant de 2015 à 2024	8
Tableau n°2: Précipitations mensuelles (mm) enregistrées dans la région de Ghardaïa pour l'année 2024 et la période 2015–2024	8
Tableau n°3: Classification botanique de <i>Cleome arabica</i> L	15
Tableau n°4 : Caractéristiques des extraits de <i>Cleome arabica</i>	26
Tableau n°5: Valeurs des doses létales (mg/ml) de l'extrait méthanolique et aqueux de <i>C. arabica</i>	32
Tableau n°6: Temps létaux (heures) de l'extrait méthanolique et aqueux de <i>Cleome arabica</i>	33
Tableau n°7: Analyse de la variance (ANOVA) à trois facteurs : effets du traitement, du temps et de leur interaction sur la probabilité de mortalité corrigée (y') de <i>Tribolium castaneum</i>	35

Liste des figures

	N °page
Fig1 : Découpage et limites administratives de la wilaya de Ghardaïa (D- maps,2025).	5
Fig2 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa pour la période (2015 à 2024)	9
Fig3 : Situation de Ghardaïa dans le climagramme d'EMBERGER durant la période de 10ans (2015–2024)	10
Fig4 : <i>Cleome arabica L.</i> (TEBBAKH 2025)	13
Fig 5 : A:grains, B :fleurs,C:Fruits, D :feuilles de <i>Cleome arabica L.</i> (PBSWM,2023).	13
Fig 6 : Adulte du Tribolium rouge de la farine <i>T. castaneum</i> (Khan et al., 2016)	15
Fig 7 : Localisation géographiques de la commune de Metlili (Google Earth, 2025) ..	16
Fig 8 : Vue satellite de la zone d'étude : Oued Ed-Drine (Mettlili, Ghardaïa) (Google Earth, 2025)	16
Fig 9 :Protocole d'extraction végétale par macération	20
Fig 10 : Traitement par contact avec les extraits aqueux et méthanoliques de <i>Cleome arabica L.</i> (Original)	21
Fig 11 : Traitement par ingestion avec les extraits aqueux et méthanoliques de <i>Cleome arabica L.</i> (Original)	22
Fig 12 : Rendement des extraits de <i>Cleome arabica L.</i>	25
Fig 13 : Taux de mortalité de <i>Tribolium castaneum</i> en fonction du temps pour la solution méthanolique de <i>C. arabica</i>	27
Fig 14 : Taux de mortalité de <i>Tribolium castaneum</i> en fonction du temps pour la solution aqueuse de <i>C. arabica</i>	28
Fig 15 : Analyse de l'évolution temporelle des doses	29
Fig 1 6 : Taux de mortalité de <i>Tribolium castaneum</i> en fonction du temps pour la solution méthanolique de <i>C. arabica</i>	30
Fig 1 7 : Taux de mortalité de <i>Tribolium castaneum</i> en fonction du temps pour la solution aqueuse de <i>C. arabica</i>	31
Fig 1 8 : Courbe Probit des doses létales de <i>T. castaneum</i> après application par contact des deux extraits de <i>C. arabica</i>	33
Fig 19 : Courbe Probit des temps létaux de <i>T. castaneum</i> après application par contact des Deux extraits de <i>C. arabica</i>	34

Liste des abréviations

DPAT: Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

D.P.S.B : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires

PBSWM : Plant Biodiversity of South-Western Morocco

DL50 : Dose létale 50.

DL95 : Dose létale 95.

TL50 : Temps létale 50.

TL95 : Temps létale 95.

DMSO : Dimethyl sulfoxide.

ANOVA : Analysis of variance.

Table des matières	
Titre	N° page
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction	1
Chapitre 1 : Présentation de la région de Ghardaïa.....	4
1.1 Situation géographique	4
1.2. Géomorphologie	5
1.2.1. Chabkas	5
1.2.2. Dayas	6
1.2.3. Regs	6
1.3. Facteurs environnementaux	6
1.3.1. Facteur abiotique	6
1.3.1.1. Sol	6
1.3.1.2. Relief	7
1.3.1.3. Système hydrographique	7
1.3.1.4. Températures	7
1.3.1.5. Précipitations	8
1.3.1.6. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	9
1.3.1.7. Diagramme climatique d'Emberger	10
1.3.2. Facteur biotique	11
1.3.2.1. Flore de région de Ghardaïa	11

1.3.2.2. Faune de région de Ghardaïa	11
1.4. Matériel végétal	11
1.4.1. Généralités sur l'espèce végétale	11
1.4.1.1. Description botanique	12
1.4.1.2. Classification	14
1.5. Matériel biologique	14
1.5.1. Insecte ciblé dans l'expérience	14
1.6. Lieu de prélèvement de la plante	15
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	17
2.3. Liste du matériel et des équipements utilisés	18
2.3.1. Matériel utilisé sur terrain	18
2.3.2. Matériel utilisé au laboratoire	18
2.4. Protocole de travail	19
2.4.1. Préparation du matériel végétal	19
2.4.2. Préparation des extraits	19
2.5. Activité bio-insecticide des extraits	20
2.5.1. Méthode d'application par contact	21
2.5.2. Méthode d'application par ingestion	21
2.5.3. Témoin négatif	22
2.6. Calcul du rendement d'extraction	22
2.6. Calcul du taux de mortalité	23
Chapitre III : Résultats et discussions	24
3.1. Rendement des extraits	25
3.2. Évaluation des extraits de <i>Cleome arabica</i> l sur <i>Tribolium castaneum</i>	26

3.2.1. Par contact	26
3.2.1.1. Extrait méthanolique	27
3.2.1.2. Extrait aqueux	28
3.2.1.3. Comparaison des effets par contact des extraits de <i>C. arabica</i>	29
3.2.2. Par ingestion	29
3.2.2.1. Extrait méthanolique	30
3.2.2.2. Extrait aqueux	31
3.2.2.3. Comparaison des effets par ingestion des extraits de <i>C. arabica</i> ...	32
3.2.3. Évaluation comparative des extraits de <i>C. arabica</i> selon le mode d'application (contact et ingestion)	32
3.3. Dose létale des extraits	32
3.4. Temps léthal des extraits	33
3.5. Résultats de l'analyse de la variance (ANOVA)	35
Conclusion	38
Références bibliographiques	40

Contribution à l'étude du pouvoir insecticide de *Cleome arabica* L. contre *Tribolium castaneum* dans la région de Ghardaïa

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'effet insecticide des extraits aqueux et méthanoliques de *Cleome arabica*, une plante du Sud algérien (région de Metlili), sur *Tribolium castaneum*, un ravageur des denrées stockées. Les extraits, obtenus par macération avec de l'eau distillée et du méthanol, ont été testés par contact direct et ingestion. Les résultats montrent un meilleur rendement d'extraction avec le méthanol, mais l'extrait aqueux s'est révélé plus efficace contre *T. castaneum*, surtout par contact. La mortalité dépendait de la concentration, du mode d'application et du temps d'exposition. À forte concentration (60 mg/mL), l'extrait aqueux a induit une mortalité significative (>60 %) après plusieurs jours. Ces résultats soulignent le potentiel de *Cleome arabica* comme source naturelle de composés bioactifs, offrant une alternative prometteuse pour la lutte biologique contre les insectes nuisibles aux denrées stockées.

Mots-clés : *Cleome arabica*, extrait aqueux, extrait méthanolique, *Tribolium castaneum*, biopesticide, stockage, lutte alternative.

Contribution à l'étude du pouvoir insecticide de *Cleome arabica* L. contre *Tribolium castaneum* dans la région de Ghardaïa

Abstract

This study aims to evaluate the insecticidal effect of aqueous and methanolic extracts of *Cleome arabica*, a plant from southern Algeria (Metlili region), on *Tribolium castaneum*, a pest of stored food products. The extracts, obtained by maceration using distilled water and methanol, were tested through direct contact and ingestion. The results showed a higher extraction yield with methanol, but the aqueous extract proved to be more effective against *T. castaneum*, especially via contact. Mortality depended on the concentration, the mode of application, and the duration of exposure. At a high concentration (60 mg/mL), the aqueous extract induced significant mortality (>60%) after several days. These findings highlight the potential of *Cleome arabica* as a natural source of bioactive compounds, offering a promising alternative for the biological control of insects harmful to stored products.

Keywords: *Cleome arabica*, aqueous extract, methanolic extract, *Tribolium castaneum*, biopesticide, storage, alternative control.

Contribution à l'étude du pouvoir insecticide de *Cleome arabica* L. contre *Tribolium castaneum* dans la région de Ghardaïa

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التأثير الحشري للمستخلصات المائية والميثانولية لنبات *Cleome arabica*، وهو نبات ينمو في جنوب الجزائر (منطقة متليلي)، على حشرة *Tribolium castaneum*، التي تُعد من الآفات التي تهاجم المواد الغذائية المخزنة. تم الحصول على المستخلصات عن طريق النقع باستخدام الماء المقطر والميثانول، ثم اختُبرت باستخدام طريقتين: التلامس المباشر والابتلاع. أظهرت النتائج أن مردودية الاستخلاص كانت أفضل باستخدام الميثانول، غير أن المستخلص المائي أبان عن فعالية أكبر ضد *T. castaneum*، خصوصاً عند التطبيق بطريقة التلامس. وقد كانت نسبة الوفيات مرتبطة بتركيز المستخلص، وطريقة التطبيق، ومدة التعرض. عند التركيز العالي (60 ملغ/مل)، تسبب المستخلص المائي في معدل وفيات ملحوظ تجاوز 60% بعد عدة أيام من المعالجة. تُبرز هذه النتائج الإمكانيات الواعدة لنبات *Cleome arabica* كمصدر طبيعي للمركبات النشطة بيولوجياً، ما يجعله بديلاً فعالاً للمبيدات الكيميائية في مكافحة الحشرات الضارة بالمواد المخزنة.

الكلمات المفتاحية: *Cleome arabica*، مستخلص مائي، مستخلص ميثانولي، *Tribolium castaneum*،

مبيد حيوي، تخزين، مكافحة بديلة

INTRODUCTION

Introduction

Les pesticides chimiques figurent parmi les moyens les plus couramment utilisés en agriculture pour lutter contre les ravageurs, notamment dans la conservation des récoltes après la moisson, en raison de leur efficacité rapide (Belaze, 2015). Cependant, l'usage excessif de ces substances a suscité de nombreuses préoccupations environnementales et sanitaires. Certains auteurs soulignent que ces pesticides peuvent altérer le système immunitaire, provoquer des déséquilibres hormonaux, et favoriser l'apparition de certains types de cancers (Sharma et Singhvi, 2017). De plus, leur accumulation continue dans les sols, conséquence d'une utilisation intensive de produits phytosanitaires et d'engrais, entraîne une dégradation notable de la qualité des sols agricoles. Ces pratiques favorisent également l'accumulation de métaux lourds, perturbant ainsi les équilibres écosystémiques (Atafar et al, 2010). Dans ce contexte, la recherche d'approches alternatives, capables de concilier efficacité dans la protection des denrées stockées et respect de l'environnement, s'impose comme une priorité. D'où la nécessité de protéger efficacement les récoltes stockées, en particulier les céréales, qui représentent l'une des principales sources nutritionnelles à l'échelle mondiale (Stejskal et al, 2015).

Les insectes constituent en effet une des principales causes de détérioration des céréales pendant le stockage, notamment les Coleoptera et les Lepidoptera (Jerraya, 2003). Les ravageurs dits primaires, capables d'attaquer les grains intacts, incluent par exemple : *Sitophilus zeamais* et *Prostephanus truncatus* (ravageur de maïs), *Rhyzopertha dominica* et *Trogoderma granarium* (ravageur de blé), ainsi que *Sitotroga cerealella* (ravageur de blé, orge et maïs) (Arthur, 2019). Après cette première infestation, les ravageurs secondaires exploitent les grains fissurés ou endommagés, incapables d'attaquer les grains sains (Ncibi, 2020). Parmi eux, *Tribolium castaneum* (Herbst) communément appelé tribolium rouge de la farine, est l'un des plus destructeurs, pouvant provoquer jusqu'à 40 % de pertes en poids des denrées infestées (Rees, 2007). Cette espèce est cosmopolite et peut infester plusieurs produits alimentaires tels que la farine, le blé, l'arachide et certaines légumineuses (Bell, 2014).

Pour faire face à ces défis, les recherches se tournent vers des alternatives plus sûres et durables, notamment les biopesticides d'origine végétale. Ces composés naturels, extraits de plantes, se distinguent par leur faible toxicité pour l'homme, leur biodégradabilité, et leur action ciblée contre les ravageurs. Ils exercent leurs effets à travers divers mécanismes : répulsion, inhibition de l'alimentation, perturbation du développement ou toxicité directe. Leur dégradation rapide dans l'environnement en fait des outils adaptés aux stratégies de lutte intégrée (Meraghni,

2018). Dans ce contexte, la plante saharienne *Cleome arabica* suscite un intérêt croissant en raison de sa composition chimique riche en métabolites secondaires bioactifs, tels que les flavonoïdes, les saponines, les tanins, les stérols et les triterpènes, ainsi que divers composés phénoliques et flavonoïdiques révélés par les analyses HPLC-DAD-MS, renforçant son potentiel en tant qu'insecticide naturel (MADI, 2018). Ainsi, ce travail a pour objectif d'évaluer l'efficacité insecticide des extraits de *Cleome arabica* contre un ravageur potentielle de blé, c'est le *Tribolium castaneum*, dans une démarche de recherche d'alternatives naturelles et durables aux pesticides chimiques pour la protection des céréales stockées.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres principaux:

- Le premier chapitre est consacré au cadre général de l'étude, en présentant une description détaillée de la zone de recherche, notamment sa localisation géographique, ses caractéristiques climatiques et les conditions environnementales dominantes.
- Le deuxième chapitre porte sur la présentation du matériel utilisé et des méthodes adoptées, incluant les étapes de préparation des extraits végétaux et la conduite des tests biologiques.
- Le troisième chapitre présente les résultats expérimentaux relatifs à l'effet des extraits de *Cleome arabica* sur *Tribolium castaneum*, accompagnés d'une analyse et d'une discussion en se basant sur les données scientifiques disponibles.

Enfin, cette étude se clôture par une conclusion qui offre une synthèse globale des principales idées abordées tout au long de ce travail.

CHAPITRE I
SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Ce chapitre présente la région de Ghardaïa en mettant en lumière sa situation géographique, son climat, ainsi que ses principales caractéristiques écologiques. L'analyse intègre également les principaux facteurs biotiques et abiotiques influençant la dynamique de ses écosystèmes. Il comprend également une brève présentation de la plante *Cleome arabica* L. et de l'insecte *Tribolium castaneum* (Herbst), objets de cette étude.

1.1 Situation géographique

La wilaya de Ghardaïa, située dans la partie nord du Sahara algérien, se distingue par une diversité géographique remarquable. Elle s'étend sur une superficie d'environ 26 165,16 km² et comprend 10 communes réparties sur 8 daïras (MICL, 2021).

La morphologie de la région présente une grande diversité. À l'ouest, le paysage est dominé par de vastes étendues de dunes de sable, caractéristiques des écosystèmes arides. La zone centrale est constituée de plateaux crétacés, profondément incisés par des vallées irrégulières communément désignées sous le terme de "chabkas". À l'est, le relief est principalement formé de plaines caillouteuses appelées "regs". Par ailleurs, des dépressions de taille variable, notamment dans la commune de Gourara au nord-est, créent des zones humides saisonnières connues sous le nom de "dayas". Ces formations jouent un rôle écologique important en offrant des habitats temporaires pour diverses espèces (Zita, 2011).

La wilaya est délimitée comme suit :

- Au nord par les wilayas de Laghouat et Djelfa ;
- À l'est par la wilaya d'Ouargla ;
- Au sud par la wilaya d'El Meniaa ;
- À l'ouest par les wilayas d'Adrar et d'El Bayadh (DPAT, 2021).



Fig1 : Découpage et limites administratives de la wilaya de Ghardaïa (D- maps,2025).

1.2. Géomorphologie

Dans la région de Ghardaïa, trois principales formations géomorphologiques peuvent être identifiées (D.P.A.T., 2005) ;

- La chabka du M'Zab ;
- Les dayas ;
- Les ergs.

1.2.1. Chabkas

La région dénommée "Chabka" ou "réseau rocheux", située dans la vallée du M'Zab, au nord du Sahara algérien, correspond à un plateau crétacé composé majoritairement de calcaires turoniens massifs, reposant sur des assises marneuses. Ce plateau est profondément entaillé par des oueds complexes et sinueux, conférant au paysage une apparence de filet ou de dentelle. Depuis le début du Quaternaire, l'érosion fluviale a modelé ce relief en un réseau d'oueds globalement orientés vers l'est. Ces derniers présentent des hauteurs ne dépassant généralement pas 100 mètres et des largeurs pouvant atteindre plusieurs kilomètres. Ce plateau

couvre environ 21 % de la superficie totale de la région du M'Zab, soit près de 8000 km²(Zita, 2011).

1.2.2. Dayas

Au sud de l'Atlas saharien et à l'est du méridien de Laghouat, s'étend une zone connue sous le nom de « plateau des dayas », en raison de la concentration de ces formations physiologiques et biologiques caractéristiques (Zita, 2011). Ces dayas sont des dépressions de forme grossièrement circulaire, issues de phénomènes karstiques de dissolution souterraine, qui provoquent un affaissement et une expansion latérale par corrosion périphérique (Lebatt et Mahma, 1997). Par ailleurs, certaines de ces cuvettes en forme d'entonnoir résultent aussi de l'érosion causée par les crues ayant emporté les sables et débris organiques en surface, Ces dépressions, de dimensions très variées, abritent une flore remarquable, et seule la commune de Guerrara, au nord-est de Ghardaïa, en occupe une petite portion (Addoun, 2020).

1.2.3. Regs

La région, située à l'est de la wilaya de Ghardaïa, repose sur un substrat géologique datant du Pliocène et se caractérise par la présence importante des Regs, des sols durs et caillouteux résultant des processus de déflation (Addoun, 2020). Cette zone regroupe les communes de Zelfana, Bounoura et El Atteuf, et se distingue également par l'abondance de ces formations régies par les conditions climatiques arides (Zita, 2011).

1.3. Facteurs environnementaux

Les facteurs environnementaux se divisent en deux catégories principales : les facteurs biotiques et les facteurs abiotiques.

1.3.1. Facteur abiotique

Les êtres vivants sont influencés par divers facteurs abiotiques, notamment les facteurs édaphiques tels que le sol et le relief, ainsi que les facteurs climatiques comme la température et les précipitations (Dreux, 1980). Ces éléments jouent un rôle crucial dans la répartition et le développement des organismes au sein des écosystèmes.

1.3.1.1. Sol

La wilaya de Ghardaïa est située à la bordure ouest du bassin sédimentaire saharien, sur un plateau calcaire affecté par une forte érosion fluviale ayant façonné des vallées entrecroisées appelées "Chabka", traversées par l'oued M'Zab (D.P.S.B., 2014). Les sols y sont majoritairement pauvres et caillouteux de type "Hamada", mais deviennent plus fertiles dans

les dépressions grâce aux dépôts alluviaux (Dubost, 1991). Le vent reste le principal agent de formation des sols dans la région saharienne (Ozenda, 1977).

1.3.1.2. Relief

Le relief de la wilaya de Ghardaïa se caractérise par des plaines du Continental Terminal, des zones sablonneuses et des formations appelées "Chabka". La région s'étend sur environ 450 km du nord au sud et 200 km d'est en ouest (O.P.V.M, 2022). Le cadre géomorphologique dominant de la vallée du M'Zab est un plateau rocheux connu sous le nom de "Hamada", avec un paysage marqué par des affleurements rocheux de couleur brune à noirâtre. Ce plateau est entaillé par de nombreuses petites vallées irrégulières orientées globalement vers l'est (D.P.A.T., 2005). À l'exception de Zelfana et Guerrara, neuf communes — dont Ghardaïa, Berriane, Daïa, Bounoura, El Atteuf, Metlili, Sebseb, Mansoura et Hassi-Fhel — sont situées en tout ou en partie sur ce plateau rocheux, qui couvre environ 8000 km², soit 21 % de la région du M'Zab (Coyne, 1989).

1.3.1.3. Système hydrographique

La région de Ghardaïa est connue pour l'abondance de ses oueds, qui constituent une source importante d'eau pour l'alimentation des oasis, (Ballais, 2010).

Selon Dubost (1991), les principaux oueds de la wilaya de Ghardaïa sont :

- Oued M'Zab ;
- Oued N'Sa ;
- Oued Zegrir ;
- Oued Metlili.

1.3.1.4. Températures

La température est un facteur écologique essentiel qui influence directement les processus métaboliques des organismes vivants et conditionne la répartition des espèces et des communautés biologiques dans la biosphère (Ramade, 2003).

Tableau n°1: Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région de Ghardaïa pour l'année 2024 et la période allant de 2015 à 2024

Période	Type	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2015-2024	M	16,81	19,04	23,05	27,73	33,04	38,58	41,7	40,05	35,7	29,04	22,41	18,31
	m	6,14	8,06	11,21	15,15	20,11	25,4	28,71	27,62	23,77	17,64	11,55	7,81
	(M+m)/2	11,48	13,55	17,13	21,44	26,58	31,99	35,21	33,84	29,74	23,34	16,98	13,06
2024	M	20,5	20,7	25,3	26	34,4	40,3	43,1	40,5	34,3	30,3	24,2	17,8
	m	8,6	9,9	12,9	15,3	21,4	27	30,3	28,2	23,4	19,9	13,6	7,1
	(M+m)/2	14,55	15,3	19,1	20,65	27,9	33,65	36,7	34,35	28,85	25,1	18,9	12,45

M: Températures maximales moyennes mensuelles en °C ; (Tutiempo, 2025)

m: Températures minimales moyennes mensuelles en °C ;

(M+m) / 2 : Températures moyennes mensuelles en °C.

L'analyse des températures mensuelles à Ghardaïa révèle des variations saisonnières nettes. Sur la période allant de 2015 à 2024, les températures maximales moyennes les plus élevées ont été enregistrées en juillet (41,7 °C) et en août (40,05 °C), tandis que les températures minimales moyennes les plus basses ont été observées en janvier (6,14 °C) et en décembre (7,81 °C). En 2024, la tendance demeure similaire, avec un pic thermique en juillet (43,1 °C), et les températures minimales moyennes les plus faibles relevées en décembre (7,1 °C) puis en janvier (8,6 °C).

1.3.1.5. Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique essentiel en raison de leur impact direct sur la biodiversité et les unités vivantes (Mutin, 1977). Dans les régions arides, la quantité annuelle de pluie joue un rôle crucial en favorisant la croissance végétale, la consolidation des sols ainsi que la migration des éléments solubles et les processus d'érosion hydrique tels que le transport des sels, du gypse et du calcaire (Quézel et Santa, 1962). Les quantités de précipitations enregistrées dans la région de Ghardaïa en 2024 et durant la période allant de 2015 à 2024 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°2: Précipitations mensuelles (mm) enregistrées dans la région de Ghardaïa pour l'année 2024 et la période 2015–2024

P (mm)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Cumul
2015-2024	1,55	3,02	3,50	3,89	2,65	0,89	0,13	4,17	5,59	3,89	3,00	1,11	33,39
2024	0,51	0	0	2,28	1,02	3,3	0	0,76	10,66	0	0,51	0	19,04

P : Précipitations mensuelles en millimètres.

(Tutiempo, 2025)

Le tableau 2 montre une variabilité faible des précipitations mensuelles dans la région de Ghardaïa.

Durant la période allant de 2015 à 2024, la pluviométrie annuelle moyenne atteint 33,39 mm, avec des pics de précipitations enregistrés en septembre (5,59 mm) et en août (4,17 mm). En 2024, une baisse notable a été observée, avec un cumul annuel ne dépassant pas 19,04 mm, concentré principalement en septembre (10,66 mm), en juin (3,3 mm), en avril (2,28 mm) et en mai (1,02 mm). Ce faible niveau de précipitations confirme le caractère aride du climat local et impacte directement la disponibilité en eau pour la végétation.

1.3.1.6. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de (Gausсен et Bagnouls , 1953) est utilisé pour identifier les périodes sèches et humides au cours de la période d'étude. Selon ces auteurs, un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations mensuelles (en millimètres) est inférieur au double de la température moyenne mensuelle (en degrés Celsius).

Le diagramme ombrothermique de la région de Ghardaïa pour la période 2015-2024 est établi à partir des données climatiques présentées dans les tableaux 1 et 2, comme illustré dans la figure suivante (Fig 2).

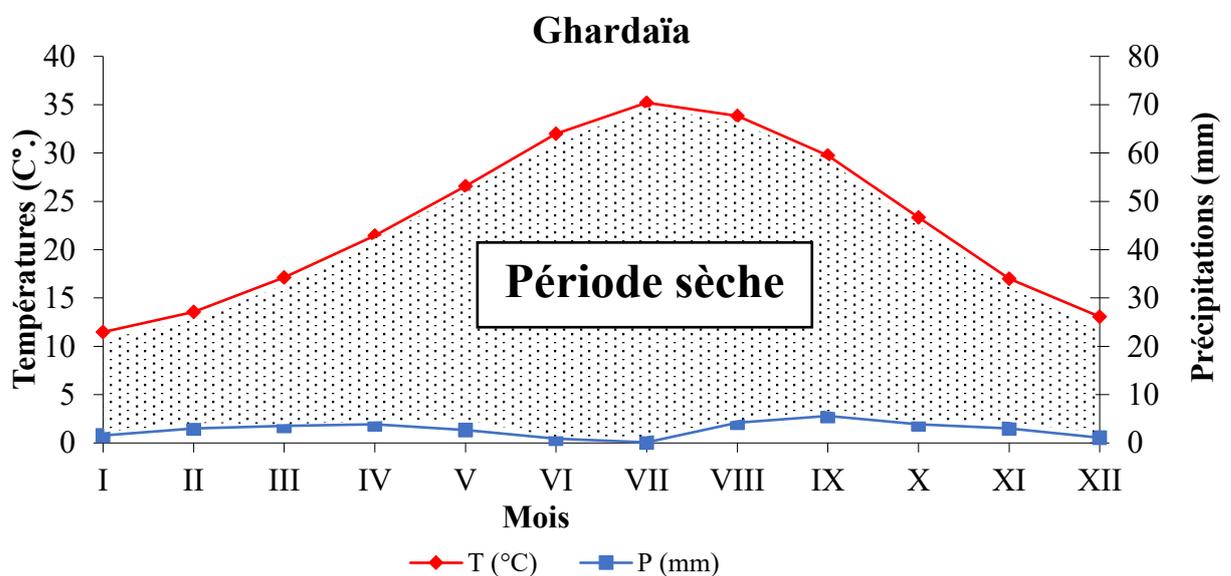


Fig2 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa pour la période (2015 à 2024).

Le diagramme ombrothermique montre que la période sèche s'étend durant toute l'année (Fig2). On observe que les courbes des précipitations restent constamment en dessous de celles des températures. Ainsi, la région de Ghardaïa présente un climat aride marqué par une saison sèche continue durant la période allant de 2015 à 2024.

1.3.1.7. Diagramme climatique d'Emberger

Le climagramme d'emberger, tel que défini par (Dajoz, 1971), permet de situer la région d'étude dans les différents étages bioclimatiques. Il se base sur deux axes :

- Axe des abscisses : la température minimale moyenne du mois le plus froid ;
- Axe des ordonnées : la valeur du quotient pluviothermique (Q3), calculé selon la formule proposée par (Stewart 1969) :

$$Q3 = \frac{3,43 \times P}{M - m}$$

où :

- Q3 : quotient pluviothermique d'Emberger ;
- P: précipitations annuelles en mm ;
- M : température maximale moyenne du mois le plus chaud ;
- m : température minimale moyenne du mois le plus froid.

Le quotient pluviothermique (Q₃) de la région de Ghardaïa, calculé pour la période 2015 à 2024, est égal à 4,82. En reportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger, accompagnée de la température minimale moyenne du mois le plus froid (6,14 °C), il ressort clairement que la région de Ghardaïa appartient au climat saharien hiver doux (Fig. 3).

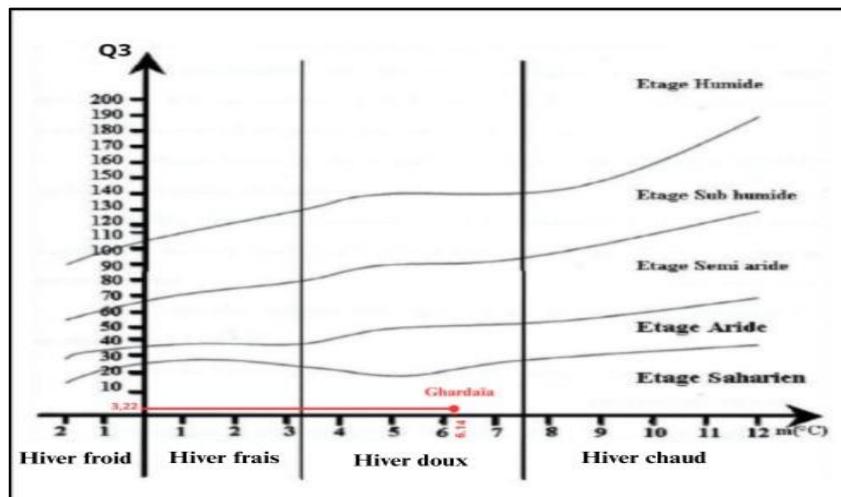


Fig3 : Situation de Ghardaïa dans le climagramme d'EMBERGER durant la période de 10 ans (2015–2024)

1.3.2. Facteur biotique

Les facteurs biotiques, tels que la flore et la faune, constituent des éléments clés de l'environnement. Ce volet s'intéresse à ces composantes dans la région de Ghardaïa.

1.3.2.1. Flore de région de Ghardaïa

D'après Tirichine (2010), le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) constitue la culture dominante dans la région de Ghardaïa. À son ombre ou à sa proximité, diverses cultures secondaires, telles que des espèces fruitières, maraîchères et aromatiques, sont implantées, comme l'ont également signalé Quézel et Santa (1962), Ozenda (1983) et Zergoun (1994). La flore de Ghardaïa se caractérise par une diversité d'espèces végétales réparties au sein de plusieurs familles botaniques, témoignant de la richesse écologique et agronomique de la région.

1.3.2.2. Faune de région de Ghardaïa

Selon Kadi et Korichi (1993), la région de Ghardaïa présente une diversité faunistique remarquable, regroupée en deux grandes catégories : les invertébrés et les vertébrés. Parmi les invertébrés, les insectes (Insecta) et les arachnides (Arachnida) sont particulièrement bien représentés dans le M'Zab. L'entomofaune locale se distingue par sa richesse taxonomique, incluant des espèces réparties au sein de plusieurs ordres, tels que Dictyoptera, Orthoptera, Dermaptera, Homoptera, Coleoptera et Lepidoptera. En ce qui concerne les vertébrés, quatre classes principales sont recensées : les amphibiens (Amphibia), les reptiles (Reptilia), les oiseaux (Aves) et les mammifères (Mammalia) (Guezoul, 2011). Cette diversité témoigne de l'hétérogénéité écologique de la région et de ses habitats.

1.4. Matériel végétal

Dans cette partie, nous présenterons l'espèce étudiée à travers des généralités, une description botanique ainsi qu'une classification scientifique.

1.4.1. Généralités sur l'espèce végétale

Cleome arabica L. appartient à la famille des Capparidaceae, qui comprend plus de 1000 espèces réparties dans environ 45 genres. Cette famille est faiblement représentée dans les zones sahariennes, avec environ 15 genres recensés en Afrique, dont 20 d'espèces au Sahara méridional appartenant aux genres *Capparis*, *Cleome* et *Maerua* (Ozenda, 1991).

Le genre *Cleome* regroupe près de 200 espèces largement répandues dans les régions tropicales et subtropicales. Il se compose de plantes herbacées annuelles ou vivaces, parfois arbustives ou sous-frutescentes, généralement pubescentes à glandes (Maire, 1933 ; Quézel et Santa, 1962 ; Ozenda, 1983).

Cleome arabica est également connu sous les noms *Cleome africana* Botsch. et *Cleome amblyocarpa* Barr et Murb, et il est appelé localement « N'til » (Chehma, 2006).

1.4.1.1. Description botanique

Morphologiquement, *C. arabica* est une plante herbacée verte, visqueuse, à poils glanduleux courts, dégageant une odeur fétide caractéristique. Ses tiges dressées mesurent entre 20 et 90 cm de long, simples ou légèrement ramifiées, densément feuillées (Maire, 1965 ; Ozenda, 1991).

Les feuilles sont pétiolées : les inférieures sont simples, celles à proximité des fleurs sont également simples, tandis que les autres sont trifoliolées, devenant plus petites vers le sommet. Les folioles sont oblongues ou linéaires-oblongues.

Les fleurs, axillaires, sont plus nombreuses à l'extrémité des rameaux, avec des pétales jaunes teintés de pourpre à leur sommet.

Le fruit est une gousse velue, mesurant de 2 à 5 cm, contenant des graines noires, subglobuleuses à réniformes, de 1,8 à 2 mm de diamètre, couvertes de poils blanchâtres presque aussi longs que leur diamètre. La floraison a lieu entre mars et mai, souvent après les pluies estivales (Maire, 1965 ; Ozenda, 1991).



Fig4 : *Cleome arabica* L.



Fig 5 : A:grains, B: fleurs,C:Fruits, D: feuilles de *Cleome arabica* L.

1.4.1.2. Classification

D'après Ozenda (1991), la classification botanique de *Cleome arabica* L, est présentée dans le tableau suivant

Tableau n°3: Classification botanique de *Cleome arabica* L.

Embranchement	Spermaphytes
Sous- Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dillenidae
Ordre	Capparales
Sous- ordre	Capparidineae
Famille	Capparidaceae
Sous-famille	Capparidoideæ
Tribu	Cleomoideae
Genre	<i>Cleome</i>
Espèce	<i>Cleome arabica</i> L.

1.5. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans la présente expérimentation, ses principales caractéristiques ainsi que sa classification scientifique sont présentées au-dessous.

1.5.1. Insecte ciblé dans l'expérience

Tribolium castaneum, communément appelée la Tribolium rouge de la farine, est l'un des ravageurs secondaires les plus répandus des denrées végétales stockées. Elle cause des dommages directs par son activité trophique, ainsi qu'une détérioration qualitative du produit à travers la sécrétion de composés chimiques volatils à l'odeur désagréable (Sallam, 2008). L'adulte mesure entre 3 et 6 mm de long, présente une coloration brun-rougeâtre, et se distingue par des antennes se terminant en trois articles en massue (Smith et Whitman, 1992).

Le cycle biologique de *T. castaneum* comprend quatre stades : œuf, larve (mesurant 4 à 5 mm), nymphe, et adulte. Ce ravageur peut se développer dans une plage de température comprise entre 22 et 40 °C, ce qui explique sa large répartition géographique (Arakane et al., 2008 ; Islam, 2017). La femelle adulte peut vivre plus de 300 jours et pondre plus de 360 œufs au cours de sa vie (Howe, 1962). Le développement complet, de la larve à l'adulte, peut durer jusqu'à 13 semaines (Arakane et al., 2008 ; Islam 2017).



Fig 6 : Adulte du Tribolium rouge de la farine *T. castaneum*

Selon Weidner et Rack (1984), la classification systématique de *Tribolium castaneum* est la suivante :

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Coleoptera
- Famille : Tenebrionidae
- Genre : *Tribolium*
- Espèce : *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)

1.6. Lieu de prélèvement de la plante

La station de Metlili est située à environ 40 km au sud de la wilaya de Ghardaïa, avec laquelle elle partage des caractéristiques géographiques et climatiques similaires. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

- Altitude : 455 mètres
- Latitude : 32° 16' Nord
- Longitude : 3° 38' Est

La commune de Metlili s'étend sur une superficie de 7 300 km² (DPAT, 2021).

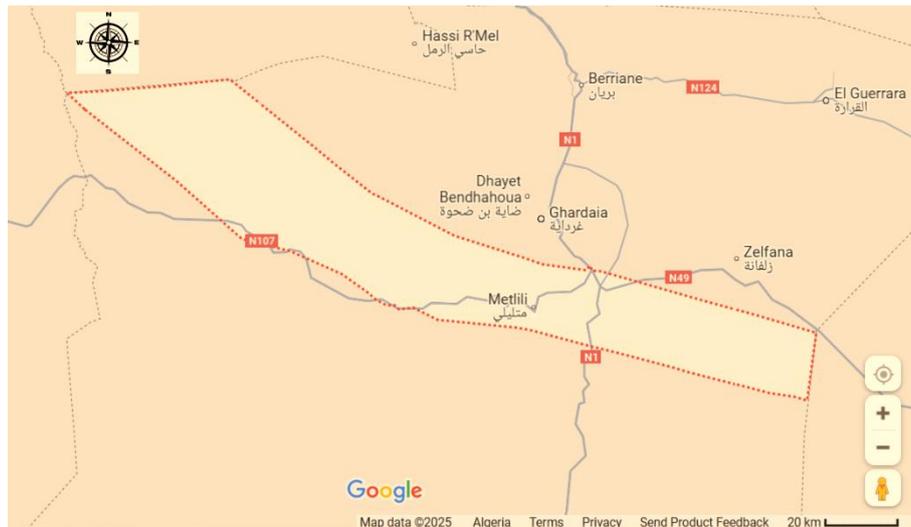


Fig 7 : Localisation géographique de la commune de Metlili (Google Earth, 2025)

Oued Drine, situé dans la commune de Metlili au sud de la wilaya de Ghardaïa, est un oued temporaire (oued sec) qui ne s'active que lors de brèves périodes de pluie. Il contribue ainsi à l'alimentation des eaux superficielles de la région. Son sol est principalement sableux ou limono-argileux, peu fertile et sujet à l'érosion due au vent et aux crues soudaines (Dubief, 1953).

Dans cette zone pousse une végétation saharienne adaptée à la sécheresse, dont l'espèce *Cleome arabica* L., qui joue un rôle écologique dans la protection des sols et la lutte contre la désertification. Ce site est considéré comme écologiquement important en raison de sa diversité végétale relative, ce qui en fait un espace propice aux études biologiques.

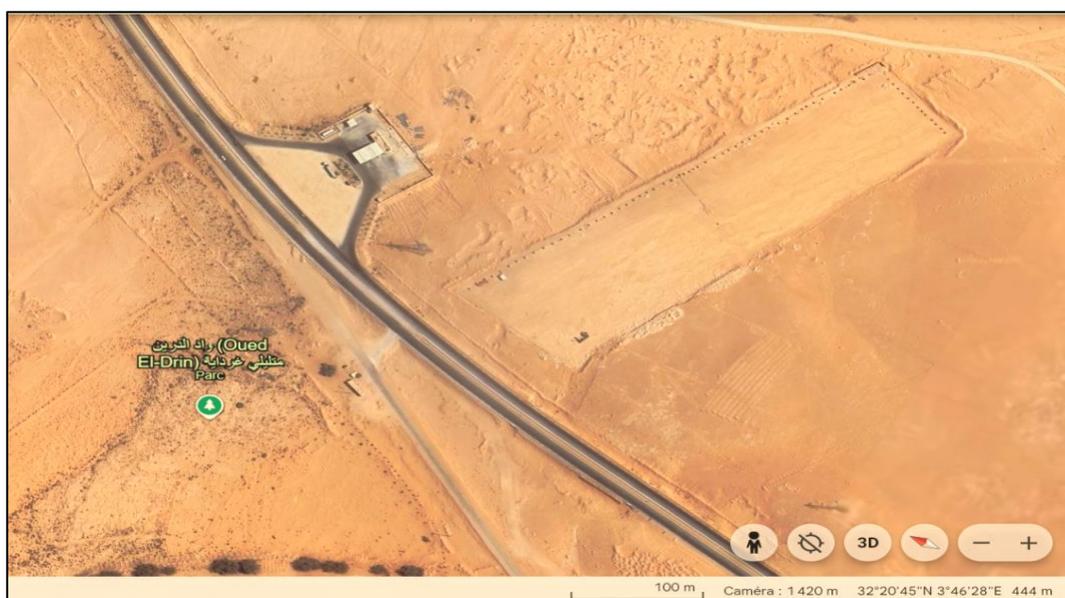


Fig 8 : Vue satellite de la zone d'étude : Oued Ed-Drine (Metlili, Ghardaïa) (Google Earth, 2025).

CHAPITRE II

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Chapitre 2: Matériel et méthodes

Ce chapitre présente le matériel utilisé (végétal et biologique), la zone d'étude, ainsi que le protocole expérimental mis en œuvre. De plus, l'équipement employé, les étapes d'évaluation bio-insecticide, ainsi que les méthodes de calcul du rendement d'extraction et du taux de mortalité sont aussi exposés.

2.1. Liste du matériel et des équipements utilisés

Pour la réalisation de cette étude, divers matériels et équipements ont été utilisés. La liste suivante présente les principaux outils employés lors des différentes étapes expérimentales.

2.1.1. Matériel utilisé sur terrain

Le matériel utilisé sur terrain est le suivant :

- Sacs en tissu ou en papier (pour la collecte des échantillons végétaux) ;
- Sécateur ou ciseaux botaniques ;
- Gants ;
- Étiquettes.

2.1.2. Matériel utilisé au laboratoire

Matériel léger	Matériel lourd	Solvants
Journaux ou tissu (pour le séchage à l'ombre)	Agitateur-incubateur	Méthanol
Béchers en verre	Moulin pour broyer la plante	Eau distillée
Cylindres gradués	Pompe à vide	Dimethyl sulfoxide (DMSO)
Pipettes graduées ou micropipettes	Évaporateur rotatif (Rotavapor)	
Entonnoirs	Réfrigérateur ou congélateur	
Flacons en verre	Agitateur Vortex	
Boîtes de Pétri	Balance électronique de précision ($\pm 0,01$ g)	
Étiquettes autocollantes		

2.2. Protocole de travail

Pour réaliser cette étude, un protocole de travail clairement établi a été mis en place. Il détaille les diverses phases allant de la collecte de la plante jusqu'aux études effectuées. Ces différentes étapes sont représentées dans la figure 9.

2.2.1. Préparation du matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude a été récolté le 03 février 2025 d'une manière aléatoire dans son environnement naturel. Après la cueillette, les parties utiles ont été soigneusement rincées avec de l'eau distillée afin d'écartier les éléments indésirables (particules du sol, résidus des insectes, ...etc.). La plante sélectionnée a ensuite été séchée à l'ombre, une méthode permettant de préserver les composés actifs sensibles à la lumière et à la chaleur. Une fois bien séchée, elle a été broyée jusqu'à l'obtention d'une poudre fine au niveau du laboratoire n°1 de l'Université, en vue de l'étape suivante d'extraction au laboratoire.

2.2.2. Préparation des extraits

Cette préparation a été faite en deux extraits dont le premier consiste à peser 50 g de la poudre du plant dans un mélange hydro-méthanolique (mélange de 20 % d'eau et 80 % de méthanol). Alors que le deuxième, on a ajouté 250 mL de l'eau distillée à 50 g de la poudre du plant. Les mélanges préparés ont été soumis à une agitation continue pendant trois jours à l'aide d'un agitateur-incubateur, afin de favoriser une extraction optimale des composés actifs contenus dans la plante.

À l'issue de cette période, les extraits ont été filtrés à l'aide d'une pompe à vide. Par la suite, les filtrats ont été concentrés par évaporation des solvants à l'aide d'un évaporateur rotatif, afin d'éliminer les liquides restants et de récupérer les composés actifs sous une forme plus concentrée. L'extrait final a été recueilli dans des boîtes de Pétri en verre, puis le résidu a été gratté soigneusement et préparé pour une utilisation ultérieure.

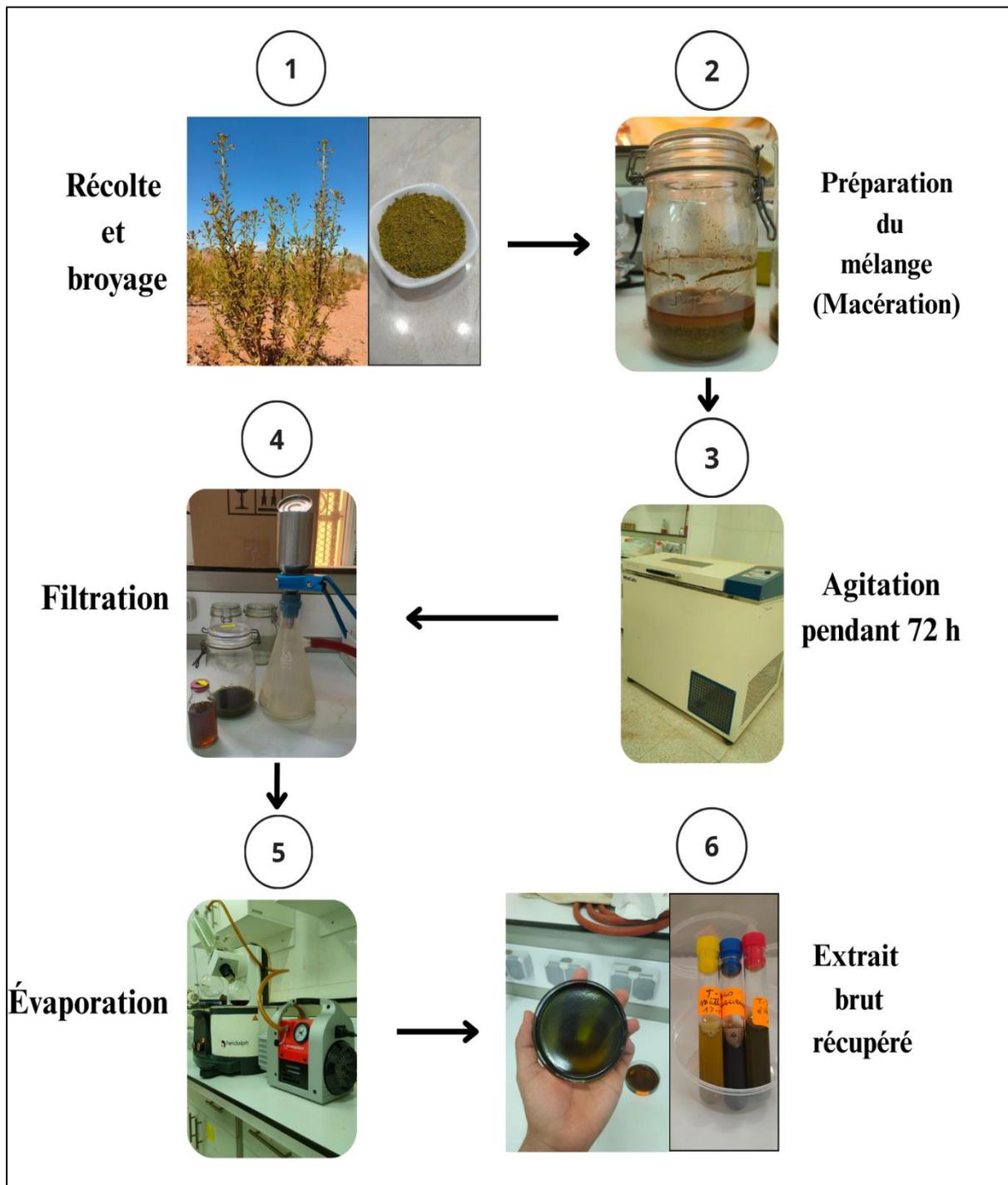


Fig 9 : Protocole d'extraction végétale par macération

2.3. Activité bio-insecticide des extraits

Afin d'évaluer l'efficacité insecticide des extraits de *Cleome arabica L.* contre *Tribolium castaneum*, des tests de toxicité ont été effectués, à travers deux modes d'application : par contact et par ingestion, en utilisant trois concentrations : 20, 40 et 60 mg/mL.

2.3.1. Méthode d'application par contact

Dans la méthode d'application par contact, 1 mL de chaque extrait (méthanolique et aqueux) a été déposé sur un papier filtre placé dans une boîte de Pétri. Après quelques minutes, 20 individus de *Tribolium castaneum* ont été introduits dans chaque boîte. Afin d'assurer la fiabilité des résultats, trois lots (20 individus pour chacun) ont été utilisés pour chaque dose. L'effet des extraits sur les insectes a été observé quotidiennement pendant une période de sept jours.



Fig10 : Traitement par contact avec les extraits aqueux et méthanoliques de *Cleome arabica* L. (Original)

2.3.2. Méthode d'application par ingestion

Dans la méthode d'application par ingestion, 5 g de farine d'avoine ont été mélangés avec 1 mL de chaque extrait (méthanolique et aqueux) aux concentrations de 20, 40 et 60 mg/mL. Ensuite, 20 individus de *Tribolium castaneum* ont été introduits dans chaque boîte de Pétri. L'effet des extraits sur les insectes a été observé quotidiennement pendant sept jours. L'expérience a été répétée trois fois afin de garantir la fiabilité des résultats.



Fig11 : Traitement par ingestion avec les extraits aqueux et méthanoliques de *Cleome arabica* L. (Original)

2.3.3. Témoin négatif

Pour chacune des deux méthodes d'application (par contact et par ingestion), une série de tests témoins a été réalisée selon les mêmes conditions expérimentales, à l'exception de l'absence des extraits végétaux. Dans ces essais, 1 mL d'un mélange d'eau distillée et de DMSO à 5 % a été utilisé. Cette étape vise à observer le comportement des insectes *Tribolium castaneum* en l'absence de traitement, afin de permettre une comparaison précise avec les groupes traités par les extraits de *Cleome arabica* L. Le suivi des insectes a été effectué pendant sept jours, et chaque essai a été répété trois fois pour assurer la fiabilité des résultats.

2.4. Calcul du rendement d'extraction

Selon Penchev (2010), le rendement d'extraction a été calculé à l'aide de la formule suivante.

$$R(\%) = \left(\frac{M}{M_0} \right) \times 100$$

Où :

- **M** : masse (en grammes) de l'extrait sec obtenu après évaporation.
- **M₀** : masse initiale (en grammes) du matériel végétal utilisé pour l'extraction.
- **R (%)** : rendement exprimé en pourcentage.

Cette équation permet d'évaluer l'efficacité de l'extraction en comparant la masse d'extrait obtenue à celle de la matière végétale de départ.

2.4. Calcul du taux de mortalité

Le taux de mortalité a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = \left(\frac{N_m}{N_t} \right) \times 100$$

Où :

- **N_m** : nombre d'insectes morts,
- **N_t** : nombre total d'insectes exposés.

CHAPITRE III
RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS

Chapitre III : Résultats et discussions

Ce chapitre présente les principaux résultats obtenus au cours de notre étude expérimentale. Les données recueillies ont été analysées afin d'évaluer l'efficacité insecticide des extraits végétaux testés. Une attention particulière a été accordée à l'interprétation des résultats en les confrontant aux travaux antérieurs, dans le but de mettre en évidence les similarités, les divergences, ainsi que les apports spécifiques de cette recherche.

3.1. Rendement des extraits

Le rendement des extraits est exprimé en pourcentage, représentant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et celle de la matière végétale sèche utilisée au cours de l'extraction. Le rendement d'extrait méthanolique était de 9,54 %, alors que le rendement d'extrait aqueux a été de 8,08 %.

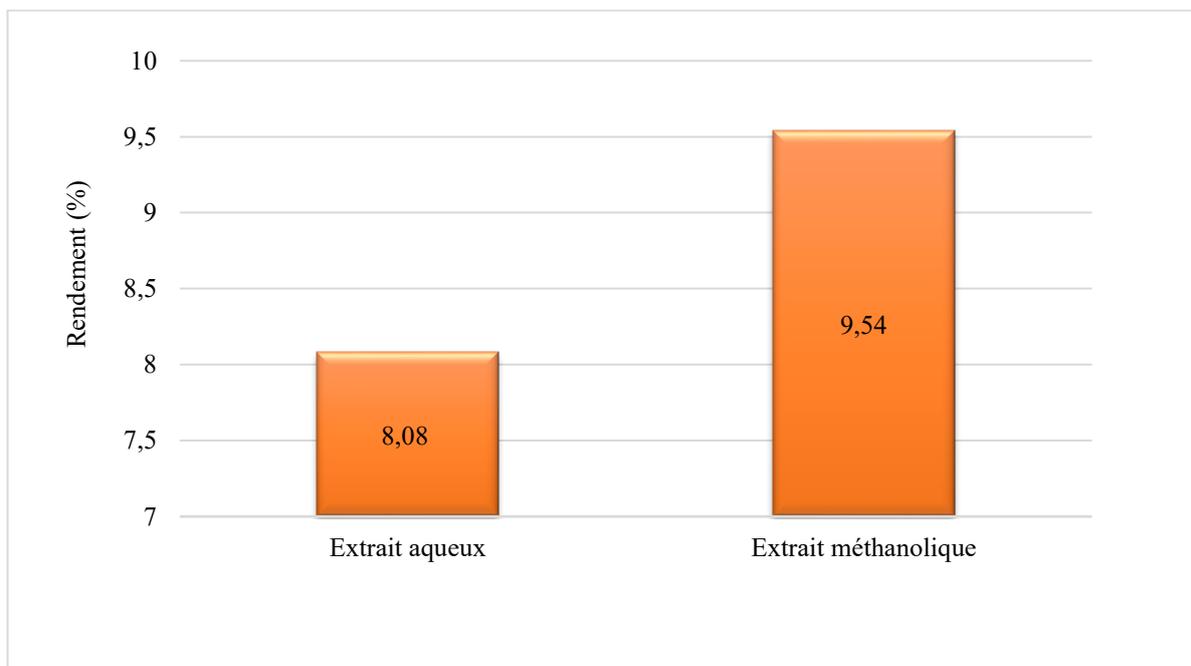


Fig12 : Rendement des extraits de *Cleome arabica L.*

Les résultats montrent que le rendement d'extraction méthanolique de *Cleome arabica* était supérieur à celui obtenu par l'extraction aqueuse, ce qui peut s'expliquer par l'efficacité du méthanol à solubiliser les composés bioactifs. Nos résultats ont été corroborés par ceux trouvés par Chouikh et *al.* (2020), qui a rapporté un rendement de 8,95 % en utilisant le méthanol par macération.

Cette différence s'explique par la polarité du solvant utilisé, car l'emploi de solvants de polarités variées permet d'extraire une diversité de composés présents dans la plante. Plusieurs études,

Vazquez *et al.*, 2008 ; Mussatto *et al.*, 2011 ; Kherraf, 2018, ont montré que l'utilisation de solvants hydro-alcooliques tels que l'éthanol ou le méthanol aqueux améliore significativement le rendement d'extraction par rapport aux solvants organiques purs. Chaouche (2014) a expliqué ce phénomène par le fait que la présence d'eau favorise la déstructuration des parois cellulaires, permettant au solvant de pénétrer plus profondément dans la matrice cellulaire et de dissoudre une plus grande quantité de composés, ce qui entraîne un rendement plus élevé. La polarité et le type de solvant sont ainsi des facteurs déterminants dans le processus d'extraction (Franco *et al.*, 2008). En outre, Kemassi *et al.* (2018) et Do *et al.* (2014) soulignent que le rendement d'extraction est influencé par plusieurs facteurs interdépendants, notamment l'espèce végétale, le stade de développement de la plante, l'organe utilisé, la nature du solvant, le pH, la température, la durée d'extraction, ainsi que la composition phytochimique de l'échantillon analysé.

Tableau n°4 : Caractéristiques des extraits de *Cleome arabica*

Extrait	Couleur	Odeur	Aspect
Méthanolique	Marron foncé	Désagréable	Pâteux
Aqueux	Marron clair	Désagréable	Pâteux

Les extraits de *Cleome arabica* obtenus par macération présentent de légères différences selon le solvant utilisé. L'odeur désagréable et l'aspect pâteux sont communs aux deux extraits. Alors que la couleur montre une variation marquée : l'extrait méthanolique est d'une teinte marron foncé, tandis que l'extrait aqueux apparaît plus clair.

3.2. Évaluation des extraits de *Cleome arabica* l sur *Tribolium castaneum*

Cette partie du travail présente les résultats relatifs à l'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux et méthanolique de *Cleome arabica* sur les adultes de *Tribolium castaneum*. Le potentiel insecticide de cette plante sera analysé selon le type d'extrait, la méthode d'application, les doses utilisées et la durée d'exposition adoptée dans l'expérience actuelle.

3.2.1. Par contact

Dans cette partie de l'étude, nous présenterons et analyserons les résultats des tests de toxicité insecticide réalisés sur *Tribolium castaneum* suite à une exposition par contact direct

aux extraits de *Cleome arabica*. Ces essais ont porté sur deux types d'extraits : l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique.

3.2.1.1. Extrait méthanolique

Les taux de mortalité de *Tribolium castaneum*, après traitement par contact, avec différentes concentrations de l'extrait méthanolique de *C. arabica* au cours du temps sont présents dans la Figure 13.

L'évolution du taux de mortalité de *Tribolium castaneum* suite à l'application par contact de l'extrait méthanolique de *Cleome arabica* (Fig13), révèle une dynamique lente au début, suivie par une augmentation progressive de l'efficacité après 72 heures. Durant la période comprise entre 30 minutes et 48 heures, les taux de mortalité restent très faibles, quelle que soit la concentration utilisée. À partir de 72 heures, une progression graduelle est observée. La concentration de 40 mg/ml a enregistré les taux de mortalité les plus élevés, atteignant environ 45 % au 7^e jour. La concentration de 20 mg/ml provoque une réponse modérée, avoisinant 30 %. En revanche, la concentration de 60 mg/ml montre une efficacité plus faible, ne dépassant pas 22 % durant la même période. Le résultat obtenu met en évidence un effet insecticide cumulatif, où la prolongation du temps d'exposition améliore l'efficacité indépendamment de l'augmentation de la concentration.

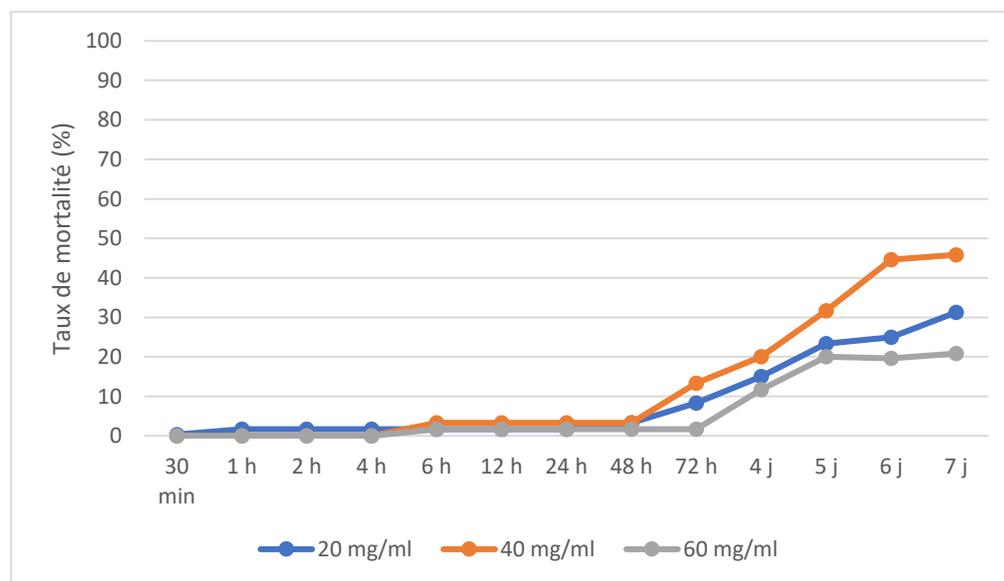


Fig13 : Taux de mortalité de *Tribolium castaneum* en fonction du temps pour la solution méthanolique de *C. arabica*.

3.2.1.2. Extrait aqueux

Les taux de mortalité de *Tribolium castaneum*, après traitement par contact, avec différentes concentrations de l'extrait aqueux de *C. arabica* au cours du temps sont présents dans la Figure 14.

L'évolution du taux de mortalité de *Tribolium castaneum* après traitement par contact avec l'extrait aqueux de *Cleome arabica* (Fig 14), révèle une efficacité progressive qui commence à apparaître après 4 heures d'exposition, en particulier à la concentration de 60 mg/ml. Au cours des premières 24 heures, des taux de mortalité notables sont enregistrés, puis l'augmentation se poursuit de manière régulière jusqu'au 7^e jour. La concentration de 60 mg/ml génère les taux de mortalité les plus élevés, atteignant environ 70 %. La concentration de 40 mg/ml enregistre un taux avoisinant 45 %, tandis que la concentration la plus faible (20 mg/ml) provoque une réponse modérée d'environ 30 %. Les courbes obtenues mettent en évidence un effet insecticide cumulatif, qui s'intensifie avec le temps et l'augmentation des concentrations, et devient clairement visible entre 4 et 48 heures après l'application.

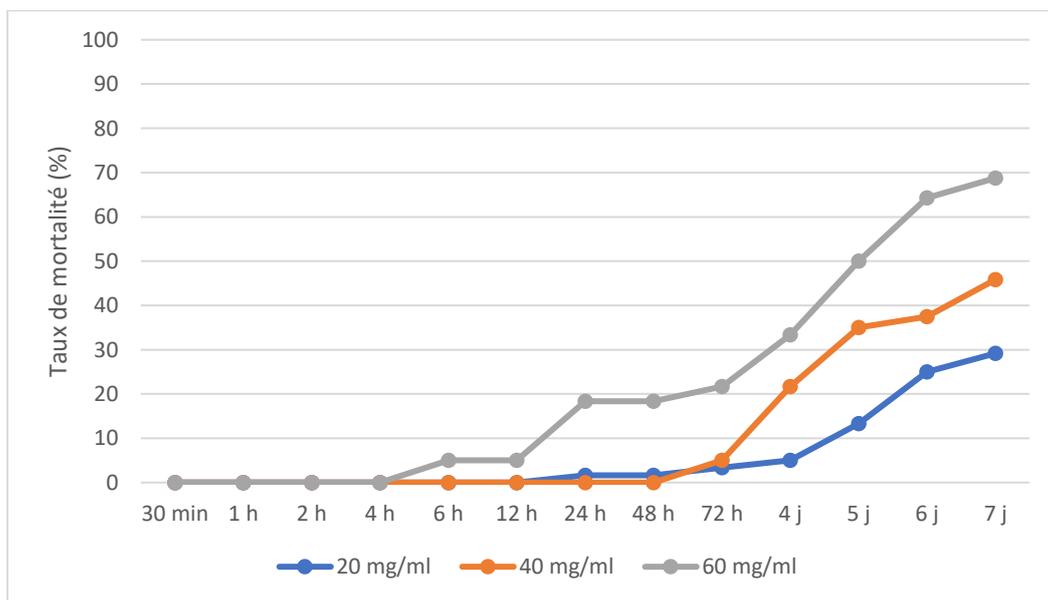


Fig14 : Taux de mortalité de *Tribolium castaneum* en fonction du temps pour la solution aqueuse de *C. arabica*.

3.2.1.3. Comparaison des effets par contact des extraits de *C. arabica*

Des différences notables apparaissent en termes de rapidité d'action et d'intensité de l'effet insecticide entre les extraits méthanolique et aqueux de *Cleome arabica*. L'extrait aqueux manifeste une efficacité précoce, avec l'apparition des premières mortalités dès la 4^e heure d'exposition, notamment à la concentration de 60 mg/ml, atteignant environ 70 % au 7^e jour. L'extrait méthanolique, quant à lui, présente une action plus lente, avec des taux de mortalité faibles jusqu'à 48 heures, suivis d'une augmentation progressive atteignant un maximum d'environ 45 %. Ces observations indiquent que l'extrait aqueux est plus performant en termes de rapidité et d'intensité, en particulier à fortes doses, tandis que l'extrait méthanolique nécessite un temps d'exposition plus long pour exprimer son effet. Ces résultats soulignent l'influence significative du type de solvant sur la libération et la biodisponibilité des composés bioactifs responsables de l'activité insecticide. Les analyses statistiques confirment ces observations (Fig 15).

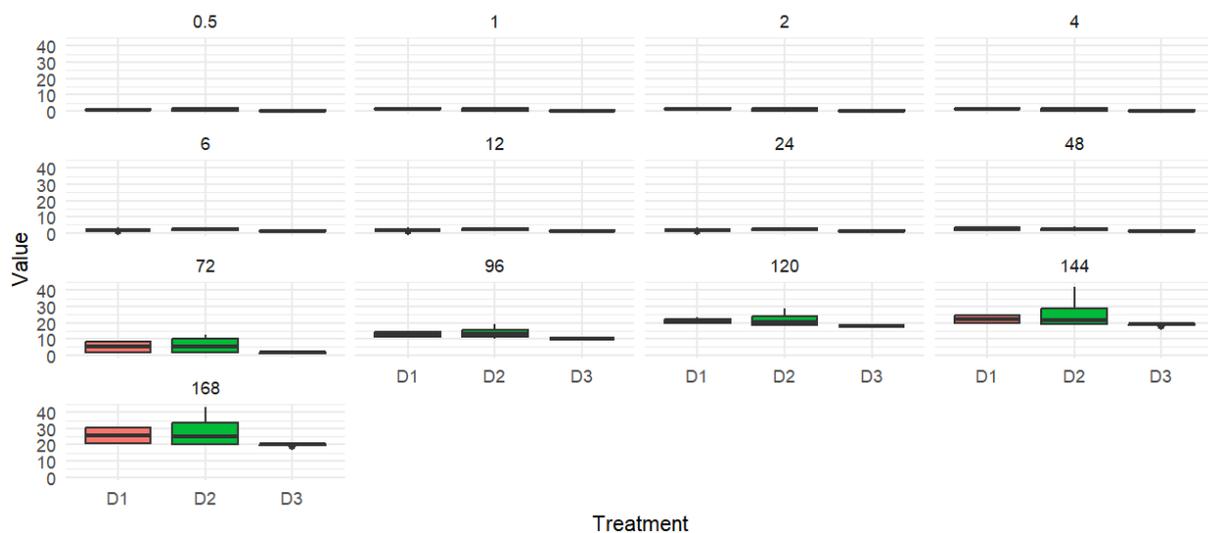


Fig 15: Analyse de l'évolution temporelle des doses

3.2.2. Par ingestion

Dans cette partie de l'étude, nous présenterons et analyserons les résultats des tests de toxicité insecticide réalisés sur *Tribolium castaneum* suite à une exposition par ingestion des extraits de *Cleome arabica*. Ces essais ont porté sur deux types d'extraits : l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique.

3.2.2.1. Extrait méthanolique

Les taux de mortalité de *Tribolium castaneum* traité par ingestion avec différentes concentrations de l'extrait méthanolique de *C. arabica* au cours du temps sont affichés dans la figure 16.

La courbe d'évolution du taux de mortalité de *Tribolium castaneum* après ingestion de l'extrait méthanolique de *Cleome arabica* (Fig. 16), révèle une absence quasi totale d'effet toxique durant toute la période de l'essai. Les taux de mortalité restent proches de zéro pour toutes les concentrations testées jusqu'au sixième jour. Au septième jour, une légère augmentation est observée, ne dépassant pas 2 %, et ne concernant qu'une seule concentration, sans signification apparente. Ces résultats indiquent que l'extrait méthanolique, lorsqu'il est administré par ingestion, ne provoque pas d'effet insecticide notable dans les conditions expérimentales appliquées, ce qui pourrait être lié à une faible absorption des composés actifs au niveau du tube digestif ou à un effet nécessitant une période d'exposition plus prolongée.

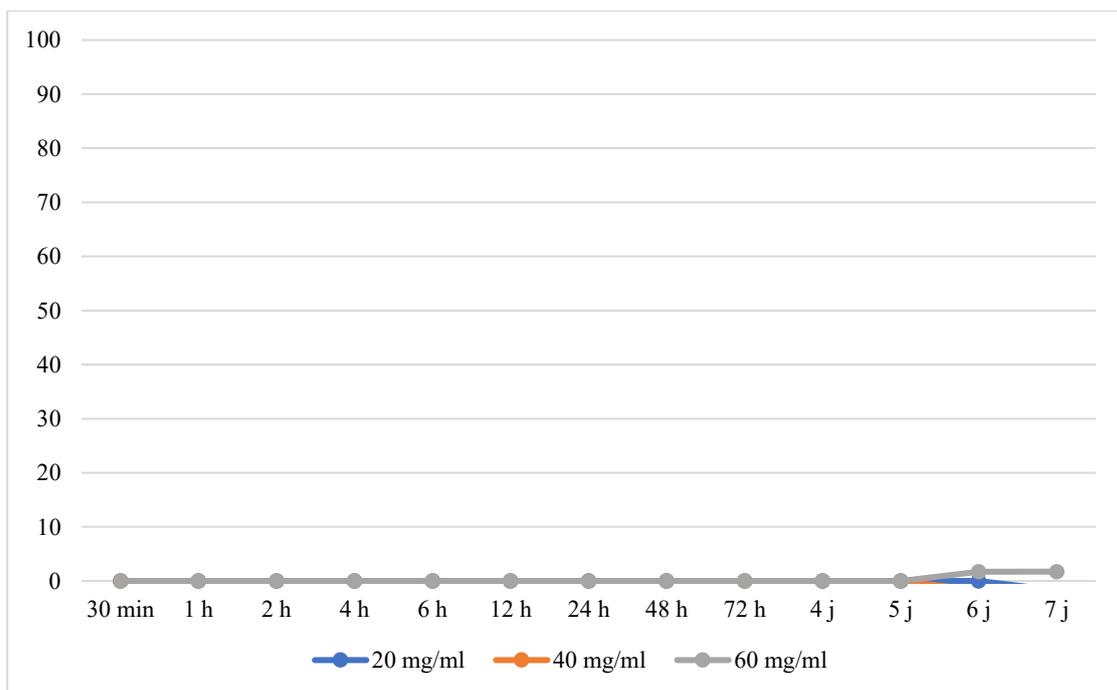


Fig. 16 : Taux de mortalité de *Tribolium castaneum* en fonction du temps pour la solution méthanolique de *C. arabica*

3.2.2.2. Extrait aqueux

Les taux de mortalité de *Tribolium castaneum* traité par ingestion avec différentes concentrations de l'extrait aqueux de *C. arabica* au cours du temps sont illustrés dans la figure 17.

La courbe d'évolution du taux de mortalité de *Tribolium castaneum* après l'ingestion de l'extrait aqueux de *Cleome arabica* (Fig. 17), démontre une absence quasi totale d'effet toxique tout au long de la période d'expérimentation. Les taux de mortalité restent proches de zéro pour toutes les concentrations testées (20, 40 et 60 mg/ml) du début de l'essai jusqu'au sixième jour. Ce n'est qu'au septième jour qu'une légère augmentation de la mortalité est observée, ne dépassant pas 5 %, apparaissant principalement aux concentrations de 20 et 40 mg/ml. Ce comportement suggère que l'extrait aqueux, lorsqu'il est administré par ingestion, ne produit pas d'effet insecticide notable en l'espace de sept jours, ce qui pourrait être attribué à une faible absorption des composés actifs par le tube digestif de l'insecte, ou à un effet nécessitant une durée d'exposition plus longue pour se manifester.

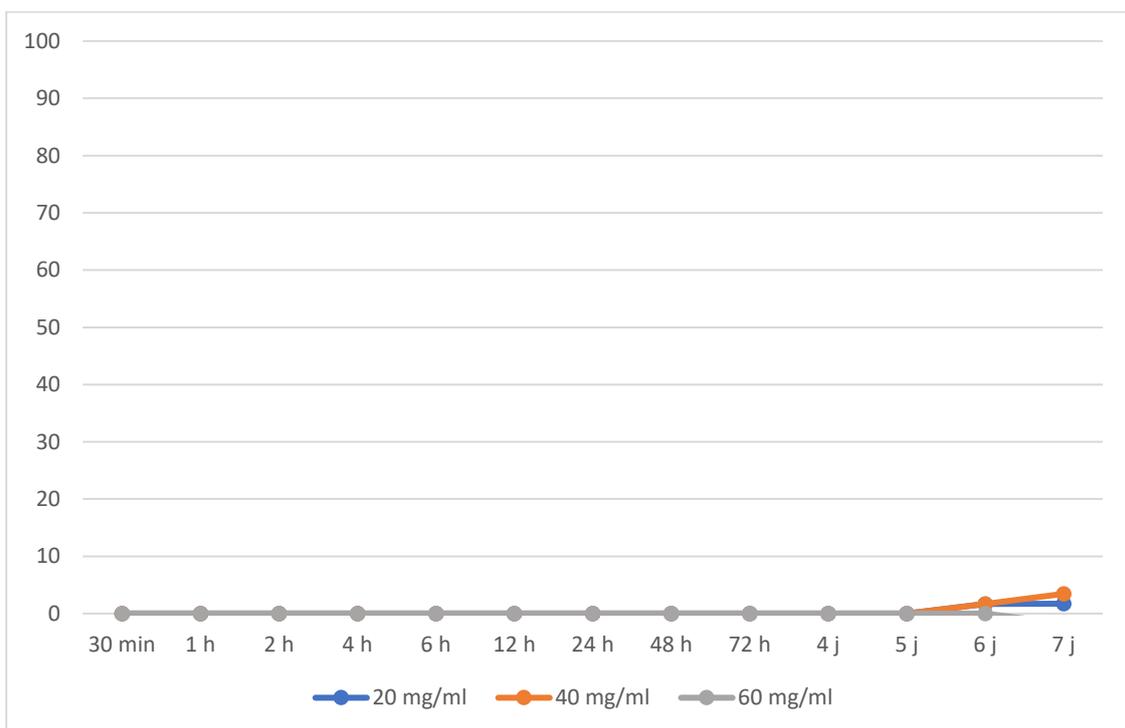


Fig 17 : Taux de mortalité de *Tribolium castaneum* en fonction du temps pour la solution aqueuse de *C. arabica*

3.2.2.3. Comparaison des effets par ingestion des extraits de *C. arabica*

Les résultats obtenus par la voie d'ingestion montrent une très faible efficacité des extraits méthanolique et aqueux de *Cleome arabica* contre *Tribolium castaneum*. Pour l'extrait aqueux, une légère augmentation du taux de mortalité est enregistrée au 7^e jour, ne dépassant pas 5 %, notamment aux concentrations de 20 et 40 mg/ml. L'extrait méthanolique, quant à lui, ne montre aucun effet notable pendant les six premiers jours, avec un taux de mortalité très faible (environ 2 %) observé au 7^e jour. Ces résultats traduisent une faible efficacité des deux extraits administrés par ingestion.

3.2.3. Évaluation comparative des extraits de *C. arabica* selon le mode d'application (contact et ingestion)

Les résultats de l'étude révèlent une différence marquée d'efficacité des extraits végétaux selon le mode d'application. L'application par contact montre une efficacité nettement supérieure à celle par ingestion, avec des taux de mortalité progressifs et significatifs à partir du troisième jour, en particulier pour l'extrait aqueux à 60 mg/ml, qui atteint un pic d'environ 70 % au septième jour. L'extrait méthanolique affiche des taux plus faibles, mais reste efficace avec un maximum de 45 %. En revanche, la voie d'ingestion montre un effet très limité, les taux de mortalité ne dépassant pas 5 % pour l'extrait aqueux et environ 2 % pour l'extrait méthanolique au septième jour. Ces données soulignent l'importance de la méthode d'application dans l'efficacité insecticide, l'absorption par contact permettant une interaction plus directe et rapide avec l'insecte, contrairement à l'ingestion qui semble limiter l'action des composés actifs.

3.3. Dose létale des extraits

Le tableau 5 présente les valeurs des doses létales (DL50 et DL95) des extraits méthanolique et aqueux de *Cleome arabica*, appliqués par contact contre *Tribolium castaneum*. Ces valeurs permettent d'évaluer l'efficacité toxique relative de chaque extrait.

Tableau n°5: Valeurs des doses létales (mg/ml) de l'extrait méthanolique et aqueux de *C. arabica*

Extrait	Par contact	
	DL ₅₀	DL ₉₅
méthanolique	16,71	0,0044
Aqueux	26,29	293,76

Les valeurs présentées dans le tableau 5 révèlent une différence notable dans l'efficacité toxique entre l'extrait méthanolique et aqueux de *Cleome arabica* contre *Tribolium castaneum*. La

DL50 de l'extrait méthanolique est de 16,71 mg/ml, tandis que celle de l'extrait aqueux est plus élevée, en atteignant 26,29 mg/ml, ce qui indique une meilleure efficacité de l'extrait méthanolique à doses modérées. En ce qui concerne la DL95, une valeur très faible a été observée pour l'extrait méthanolique (0,0044 mg/ml), contre une valeur très élevée pour l'extrait aqueux (293,76 mg/ml), traduisant une différence marquée dans la réponse des insectes aux doses élevées entre les deux extraits.

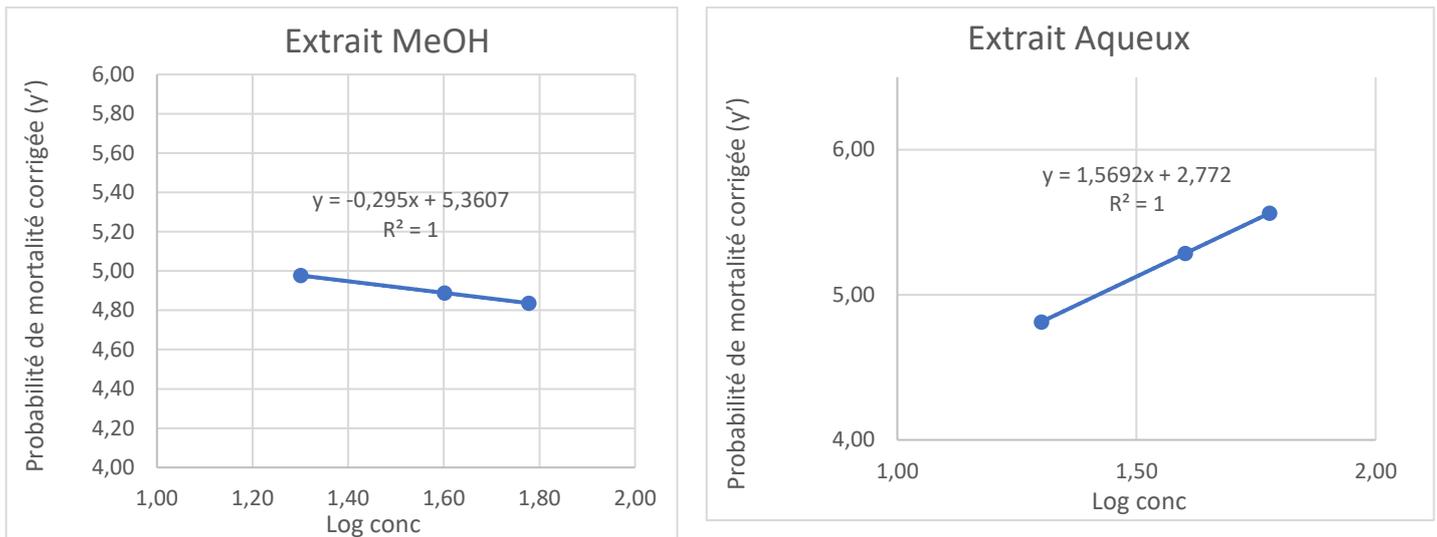


Fig 18 : Courbe Probit des doses létales de *Tribolium castaneum* après application par contact des deux extraits de *Cleome arabica* .

La comparaison de l'efficacité des extraits aqueux utilisés contre *Tribolium castaneum* révèle une différence marquée de toxicité entre les deux extraits de *Cleome arabica*. Selon Kemassi et al. (2019), la DL50 de l'extrait aqueux issu de la partie aérienne de *Euphorbia guyoniana* est estimée à 0,0186 mg/ml, tandis que la DL95 atteint 0,0394 mg/ml, indiquant une forte efficacité à faible concentration. En revanche, les résultats obtenus avec l'extrait aqueux de *Cleome arabica* montrent une DL50 de 26,29 mg/ml et une DL95 de 293,76 mg/ml, traduisant la nécessité de doses beaucoup plus élevées pour obtenir un effet similaire. Cette différence peut être attribuée à la nature et à la concentration des composés bioactifs présents dans chaque plante.

3.4. Temps léthal des extraits

Le tableau 6 présente les valeurs des temps létaux (TL50 et TL95) des extraits méthanolique et aqueux de *Cleome arabica* après leur application par contact contre l'insecte *Tribolium castaneum*. Ces données permettent d'évaluer la rapidité d'action de chaque extrait.

Tableau n°6: Temps létaux (heures) de l'extrait méthanolique et aqueux de *Cleome arabica*

Extrait	Par contact	
	TL50	TL95
méthanolique	148 heures	320 heures
Aqueux	128 heures	235 heures

Le tableau 6 présente les temps létaux (TL50 et TL95) des extraits méthanolique et aqueux de *Cleome arabica* appliqués par contact sur *Tribolium castaneum*. Les résultats montrent que l'extrait aqueux agit plus rapidement que l'extrait méthanolique, avec 50 % de mortalité enregistrés après 128 heures et 95 % après 235 heures, contre 148 heures et 320 heures pour l'extrait méthanolique respectivement, ce qui reflète une efficacité plus rapide de l'extrait aqueux dans les mêmes conditions expérimentales.

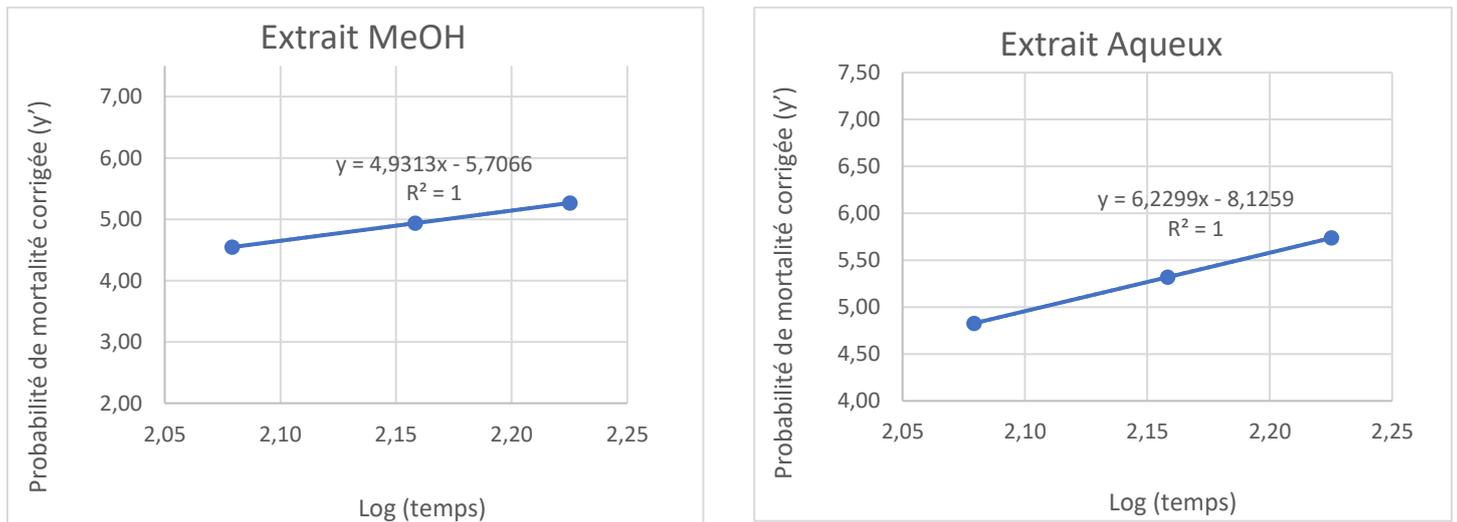


Fig 19 : Courbe Probit des temps létaux de *Tribolium castaneum* après application par contact des Deux extraits de *Cleome arabica*.

La comparaison des temps létaux (TL50) des extraits aqueux des parties aériennes de *Cleome arabica* et *Euphorbia guyoniana* contre *Tribolium castaneum* par application par contact met en évidence une différence notable dans la rapidité de l'effet toxique. Dans la présente étude, un TL50 de 128 heures (environ 5 jours) a été enregistré pour l'extrait aqueux de *Cleome arabica*, tandis que Kemassi et al. (2019) ont rapporté un TL50 plus court de 4,486 jours pour l'extrait aqueux de *Euphorbia guyoniana*, ce qui traduit une efficacité plus rapide de ce dernier. Cette différence peut être attribuée à la nature et à la concentration des composés bioactifs présents dans chaque plante, influençant la vitesse d'action sur l'insecte cible.

D'autres études menées sur des insectes différents ont également mis en évidence le potentiel insecticide de *C. arabica*. Ladhari et al. (2013) ont évalué l'efficacité des extraits aqueux et méthanoliques de cette plante sur les larves de *Spodoptera littoralis*, où l'extrait méthanolique des siliques a provoqué 80 % de mortalité après 7 jours, tandis que l'extrait aqueux a montré une activité modérée. Un effet anti-appétent a aussi été observé avec l'extrait des tiges et feuilles, atteignant un taux d'inhibition de l'alimentation de 21,75 % après 24 heures. Habbachi et al. (2019) ont signalé un taux de mortalité de 75 % chez *Drosophila melanogaster* après 48 heures d'exposition à l'extrait aqueux de *Cleome arabica* à 10 g/L, accompagné d'une réduction des copulations de 60 % et de troubles moteurs significatifs. Ait Aoudia et al. (2022) ont, quant à eux, étudié l'effet de l'huile de graines de *C. arabica* sur les larves L5 de *Schistocerca gregaria* par administration orale forcée, enregistrant un TL50 d'environ 11 jours, avec apparition de symptômes d'intoxication tels que perte d'appétit, diarrhée, troubles de croissance et malformations.

Dans ce contexte, l'étude de Khemasi (2014) a montré que l'extrait aqueux de *Cleome arabica*, appliqué par voie alimentaire, présente une activité insecticide relativement faible contre les larves (L5) et les imagos de *Schistocerca gregaria*. Les taux de mortalité observés n'ont pas dépassé 50 %, avec des temps létaux élevés allant de 12,24 à 50,26 jours. Ces résultats traduisent une capacité biologique limitée de cet extrait, comparée aux autres plantes étudiées, ce qui reflète une faible rapidité d'action et une efficacité modérée en tant qu'insecticide naturel par ingestion.

3.5. Résultats de l'analyse de la variance (ANOVA)

L'analyse de la variance (ANOVA) a permis d'évaluer l'effet du type d'extrait de *Cleome arabica*, de la durée d'exposition ainsi que de leur interaction sur la probabilité de mortalité corrigée (y') de *Tribolium castaneum*. Les résultats obtenus, résumés dans le tableau 7, montrent que les trois sources de variation ont un effet hautement significatif ($p < 0,01$) sur la variable mesurée.

Tableau n°7: Analyse de la variance (ANOVA) à trois facteurs : effets du traitement, du temps et de leur interaction sur la probabilité de mortalité corrigée (y') de *Tribolium castaneum*

Source de variation	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr(>F)	Sig
Traitement	2	191	95	6,684	0,00166	**
Temps	1	11295	11295	792,143	< 2e-16	***
Traitement × Temps	2	170	85	5,952	0,00325	**
Résidus	150	2139	14			

Codes de signification : *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

En effet, le facteur « Traitement » présente une valeur F de 6,684 avec un niveau de signification de $p = 0,00166$, indiquant une différence significative entre les extraits testés. Le facteur « Temps » a montré un effet encore plus marqué, avec une valeur F extrêmement élevée (792,143) et une probabilité associée quasi nulle ($p < 2e-16$), ce qui souligne l'importance de la durée d'exposition dans l'expression de la toxicité.

Par ailleurs, l'interaction « Traitement × Temps » est également significative ($F = 5,952$; $p = 0,00325$), révélant que l'efficacité insecticide des extraits varie en fonction du temps. Cette interaction suggère que certains extraits agissent plus rapidement que d'autres, ou que leur toxicité s'accroît avec la durée d'exposition. Ces résultats confirment que la nature du traitement et le temps d'exposition sont deux facteurs déterminants, et que leur combinaison influence fortement la dynamique de mortalité chez *T. castaneum*.

CONCLUSION

Conclusion

La prolifération des ravageurs agricoles, couplée aux risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage excessif et inapproprié des pesticides chimiques, souligne la nécessité urgente de recourir à des alternatives naturelles, plus sûres et durables pour la protection des cultures et la sécurité alimentaire. C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude, qui vise à explorer des solutions végétales pour la lutte contre les insectes des denrées stockées, en particulier *Tribolium castaneum*. L'activité insecticide des extraits de *Cleome arabica L.*, récoltée dans la région de Metlili (wilaya de Ghardaïa, sud algérien), a été évaluée en utilisant deux solvants différents (méthanol et eau distillée) et selon deux modes d'application : par contact et par ingestion.

Les résultats principaux ont révélé que :

- ✓ Les extraits méthanoliques ont fourni un rendement d'extraction supérieur à celui des extraits aqueux.
- ✓ L'extrait aqueux a démontré une activité insecticide plus rapide et plus marquée, notamment en application par contact.
- ✓ L'application par contact s'est avérée plus efficace que l'ingestion pour induire une mortalité significative.
- ✓ L'augmentation des concentrations a entraîné une élévation des taux de mortalité.
- ✓ Le taux de mortalité augmente progressivement avec le temps, traduisant un effet toxique dépendant de la durée d'exposition.

Ces résultats indiquent que *Cleome arabica L.*, riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les saponines et les alcaloïdes, constitue une source prometteuse pour le développement de bio-insecticides pouvant être intégrés dans des stratégies alternatives, respectueuses de l'environnement, pour la protection des produits stockés.

Perspectives

Cette étude ouvre la voie à plusieurs pistes de recherche futures pouvant contribuer au développement d'alternatives efficaces et écologiques aux insecticides chimiques. Parmi les orientations possibles :

- Étudier l'effet insecticide de *Cleome arabica* sur d'autres stades de développement de *Tribolium castaneum*, tels que les larves et les nymphes.

- Tester l'efficacité des extraits de *Cleome arabica* contre d'autres espèces de ravageurs des denrées stockées, afin d'élargir le champ d'application biologique.
- Réaliser des analyses phytochimiques et bioactives sur différentes parties de la plante (graines, racines, tiges et fleurs) afin d'identifier les tissus les plus actifs.
- Comparer l'efficacité des extraits obtenus à l'aide d'autres solvants (comme l'acétate d'éthyle, l'hexane ou le chloroforme) pour déterminer les conditions d'extraction optimales.

Ces perspectives visent à approfondir la compréhension du potentiel bioactif de *Cleome arabica* et à encourager son intégration dans des stratégies de lutte biologique durable.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **ADDOUN, T. (2021).** *Dynamiques spatiales des agglomérations du Sahara nord-central algérien (wilaya de Ghardaïa)*. Thèse de doctorat en géographie, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed. 351 pages.
2. **AIT AOUDIA, A., KEMASSI, A., HEROUINI, A., TAIBAOU, Z., DEROUICHE, R., BOUZIANE, N., CHERIF, R. et OULD EL HADJ, M.D. (2022).** *Preliminary larvicidal effect of seed oil from Cleome arabica L. on fifth instar larvae of Schistocerca gregaria (Orthoptera: Acrididae)*. Acta Zoológica Lilloana, 66(2), pp. 161–178.
3. **ARAKANE, Y., LI, B., MUTHUKRISHNAN, S., BEEMAN, R.W., KRAMER, K.J. et PARK, Y. (2008).** *Functional analysis of four neuropeptides, EH, ETH, CCAP and bursicon, and their receptors in adult ecdysis behavior of the red flour beetle, Tribolium castaneum*. Mechanisms of Development, 125(11–12), 984–995.
4. **ARTHUR F. H. (2019).** Residual efficacy of a deltamethrin emulsifiable concentrate formulation against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Sitotroga cerealella* (Oliver) after partial treatment of brown rice. *Insects*, vol. 10, n° 4, p. 95.
5. **ATAFAR Z; MESDAGHINIA A; NOURI J., HOMAEE M; YUNESIAN M; AHMADIMOGHADDAM M; MAHVI A. H. (2010).** Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 160, p. 83-89.
6. **Bagnouls, F. et Gausсен, H. (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 88(3–4), 193–239.
7. **BALLAIS, J. (2010).** « Des oueds mythiques aux rivières artificielles : l'hydrographie du Bas-Sahara algérien ». *Physio-Géo*, vol. 4, pp. 107–127.
8. **BELAZE, A. (2015).** *Effet des pesticides sur les deux composantes de l'environnement (sol, eau) responsables de leur transfert le long de la chaîne alimentaire. Biodégradation d'un fongicide et d'un herbicide*. Thèse de doctorat en Toxicologie, Université Badji Mokhtar – Annaba, Faculté des Sciences, Département de Biologie.
9. **BELL, C. H. (2014).** A review of insect responses to variations encountered in the managed storage environment. *Journal of Stored Products Research*, 59, 260–274.
10. **CHAOUSHE, T. (2014).** *Contribution à l'étude des activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de quelques plantes médicinales*. Thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaid, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Tlemcen, Algérie, 198 pages

11. CHEHMA, A. (2006). *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien*. Aïn M'lila : Éditions Dar El Houda, 140 p.
12. CHOUIKH, A., REBIAI, A., AREF, M., HEDED, M., ADJAL, E.H. et ALIA, F. (2020). *Effects of extraction methods on total polyphenols, free radical scavenging and antibacterial activity of crude extracts of Cleome arabica L. growing in Oued Souf region*. Algerian Journal of Biosciences, 1(1), pp. 14–17.
13. COYNE, A. (1989). *Le M'Zab*. Algérie : Éditions Adolphe Jourdon, 41 p.
14. D.P.A.T. (2005). *Atlas de la wilaya de Ghardaïa*. Ghardaïa : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Ghardaïa, Édition El-Alamia, 142 pages.
15. D.P.A.T. (2021). *Atlas de la wilaya de Ghardaïa* [en ligne]. Ghardaïa : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Ghardaïa. [Consulté le : 04/03/2025].
16. D.P.S.B. (2014). *Rapport annuel 2014*. Alger : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires (D.P.S.B.), Éd. 2015.
17. Dajoz, R. (1971). *Précis d'écologie*. Paris : Bordas, 434 p.
18. D-maps (s.d.). *Carte de l'Algérie* [en ligne]. [consulté le 20- 04- 2025] < https://d-maps.com/pays.php?num_pay=3416&lang=fr>.
19. D-MAPS. *Cartes géographiques gratuites, cartes muettes gratuites, cartes vierges gratuites* [en ligne]. [Consulté le : 20/03/2025]
20. DO, Q.D., ANGKAWIJAYA, A.E., TRAN-NGUYEN, P.L., HUYNH, L.H., SOETAREDJO, F.E., ISMADJI, S. et JU, Y.H. (2014). *Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Limnophila aromatica*. Journal of Food and Drug Analysis, 22(3), pp. 296–302.
21. DREUX, P. (1980). *Précis d'écologie*. 2^e éd. mise à jour. Paris : Presses Universitaires de France, 231 p. (Collection Le Biologiste).
22. DUBIEF, J. (1953). *Aménagements antiérosifs susceptibles de réduire l'intensité des crues dans le bassin versant de Ghardaïa*. [Publication non précisée].
23. DUBOST, D. (1991). *Écologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes*. Thèse de doctorat en Géographie, Université François Rabelais de Tours, 544 p.
24. FRANCO, D., SINEIRO, J., RUBILAR, M., SÁNCHEZ, M., JEREZ, M., PINELO, M., COSTOYA, N. et NÚÑEZ, M.J. (2008). *Polyphenols from plant materials: Extraction and antioxidant power*. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 7(8), pp. 3210–3216.

25. **Guezoul, O. (2011).** *Importance des dégâts du Moineau hybride dans différentes régions agricoles d'Algérie.* Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), El Harrach, 302 p.
26. **HABBACHI, S., AMRI, N., HABBACHI, W., BENHISSEN, S., TAHRAOUI, A. et REBBAS, K. (2019).** *Toxic effects of *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) aqueous extracts on mortality and sexual behavior of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae).* Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, 7(3), pp. 137–143.
27. **HOWE, R.W. (1962).** *The effects of temperature and humidity on the oviposition rate of *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Coleoptera, Tenebrionidae).* Bulletin of Entomological Research, 53(2), 301–310.
28. **ISLAM, W. (2017).** *Eco-friendly approaches for the management of red flour beetle: *Tribolium castaneum* (Herbst).* Science Letters, 5(2), 105–114.
29. **JERRAYA A. (2003).** *Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord : leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts et leur contrôle.* Tunis : Climat Pub, 415 p.
30. **Kadi, A. et Korichi, B. (1993).** *Contribution à l'étude faunistique des palmeraies de trois régions du M'Zab (Ghardaïa, Metlili, Guerrara).* Mémoire de fin d'études, Ingénieur Agronome, Université Kasdi Merbah Ouargla, 68 p.
31. **KEMASSI, A. (2014).** *Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae).* Thèse de doctorat ès sciences, spécialité : Sciences Biologiques, option : Écologie Saharienne et Environnement, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Biologiques.
32. **KEMASSI, A., HEROUINI, A., HADJ, S.A., CHERIF, R. et OULD ELHADJ, M.D. (2019).** *Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara algérien) sur le *Tribolium castaneum*.* Lebanese Science Journal, 20(1), pp. 55–70.
33. **KHERRAF, A. (2018).** *Caractérisation physicochimique et évaluation du potentiel antioxydant, antimicrobien et antiinflammatoire de la microalgue *Nannochloropsis gaditana*.* Thèse de doctorat, Université Djillali Liabes, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Sidi Bel Abbès, p. 74.

34. LADHARI, A., LAARIF, A., OMEZZINE, F. et HAOUALA, R. (2013). *Effect of the extracts of the spiderflower, Cleome arabica, on feeding and survival of larvae of the cotton leafworm, Spodoptera littoralis*. Journal of Insect Science, 13(61), pp. 1–13.
35. LEBATT, A. et MAHMA, A. (1997). *Contribution à l'étude d'un système agricole oasien : cas de la région du M'Zab*. Mémoire de fin d'études, Institut National de la Formation Supérieure en Agronomie Saharienne (INFS/AS), 92 pages.
36. MADI, A. (2018). *Caractérisation phytochimique et évaluation des activités biologiques de Cleome arabica*. Thèse de doctorat en Sciences, option Biotechnologie Végétale, Université des Frères Mentouri Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie et Ecologie Végétale. N° d'ordre : 15/DS/2018. N° de série : 01/BIO/2018.
37. MAIRE, R. (1965). *Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique*, vol. XII. Paris : Éditions Paul Lechevalier, 407 p.
38. MERAGHNI, M. (2019). *Étude de l'effet biopesticide de quelques extraits naturels d'une plante médicinale sur des insectes ravageurs des cultures maraîchères*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar – Annaba.
39. **MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR ET DES COLLECTIVITÉS LOCALES (2021)**. Monographie de la wilaya de Ghardaïa [en ligne]. [Consulté le 14/04/2025]. - <https://interieur.gov.dz/Monographie/ar/article_detail.php?lien=1833&wilaya=47>.
40. MUSSATTO, S.I., BALLESTEROS, L.F., MARTINS, S. et TEIXEIRA, J.A. (2011). *Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds*. Separation and Purification Technology, 83, pp. 173–179.
41. MUTIN, G. (1977). *La Mitidja : décolonisation et espace géographique*. Alger-Paris : Office des Publications Universitaires – CNRS, 607 p.
42. NCIBI S; ATTIA S; DIOP S. M'B; AMMAR M; HANCE T. (2020). *Bio-Insecticidal Activity of Three Essential Oils against Rhyzopertha dominica (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae)*. African Entomology, vol. 28, n° 2, p. 339–348. [en ligne]. [Consulté le 04/06/2025].
43. O.P.V.M., (2022). **Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'Zab** *Rapport annuel 2022*. Ghardaïa
44. OZENDA, P. (1977). *Flore du Sahara*. 2^e édition revue et complétée. Paris : Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 626 p.
45. Ozenda, P. (1983). *Flore du Sahara*. 3^e éd. Paris : Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 622 p.

46. **OZENDA, P. (1991).** *Flore et végétation du Sahara*. 3^e édition augmentée. Paris : Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 662 p.
47. **PBSWM (2024).** *Plant Biodiversity of South-Western Morocco* [en ligne]. [consulté le 4 juin 2025] <<https://www.teline.fr/en>>.
48. **QUÉZEL, P. et SANTA, S. (1962).** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I*. Paris : Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 565 p.
49. **RAMADE, F. (2003).** *Éléments d'écologie : écologie fondamentale*. 3^e éd. Paris : Dunod, XIII + 690 p. ISBN 2-10-006837-7.
50. **REES, D. (2004).** *Insects of Stored Products*. Collingwood, VIC: CSIRO Publishing. ISBN 978-0643069039.
51. **ROYAL BOTANIC GARDENS, Kew. (2025).** *Plants of the World Online* [en ligne]. [Consulté le : 10/04/2025].
52. **SALLAM, M. (2008).** *Insect damage: damage on post-harvest* [en ligne]. Rome : AGSI/FAO – INPhO. [Consulté le : 15/08/2018].
53. **SHARMA N; SINGHVI R. (2017).** Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: a review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, vol. 10, n° 6, p. 675-680.
54. **SMITH, E.H. et WHITMAN, R.C. (1992).** *NPCA Field Guide to Structural Pests*. Dunn Loring, VA : National Pest Control Association, 800 p.
55. **STEJSKAL V; AULICKY R; KUCEROVA Z. (2015).** Evidence of significant losses of stored grain caused by pests: A review of recent studies and future challenges. *Journal of Stored Products Research*, vol. 61, p. 1–12.
56. **STEWART, P. (1969).** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 59, 23–36.
57. **TIRICHINE, H. (2010).** *L'état phytosanitaire des palmeraies algériennes, principaux axes de recherche et développement à prendre en charge*. Communication présentée au **Workshop sur l'agriculture saharienne : enjeux et perspectives**, Université de Ouargla, 3 mai 2010, Ouargla.
58. **VÁZQUEZ, G., FONTENLA, E., SANTOS, J., FREIRE, M.S., GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, J., & ANTORRENA, G. (2008).** *Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (Castanea sativa) shell and eucalyptus (Eucalyptus globulus) bark extracts*. *Industrial Crops and Products*, 28(3), 279–285.

- 59. WEIDNER, H. et RACK, G. (1984).** *Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds.* Eschborn : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 148 p. ISBN 3-88085-185-9.
- 60. ZERGOUN, Y. (1994).** *Bio-écologie des orthoptères dans la région de Ghardaïa : régime alimentaire d'Acrotylus parulies (Herrick-Schaeffer, 1828) (Orthoptères - Acrididae).* Thèse de doctorat, Institut National Agronomique (INA), El Harrach, 110p.
- 61. ZITA, H. (2011).** *Évaluation pastorale des parcours camelins et étude comparative de la richesse floristique en fonction des différentes formations géomorphologiques du Sahara septentrional (Cas de la région de Ghardaïa).* Mémoire de fin d'études, Ingénieur d'État en Sciences Agronomiques, Spécialité : Agronomie Saharienne, Option : Élevages en Zones Arides, Université Kasdi Merbah – Ouargla. 89 pages.

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

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

Département des Sciences
Agronomiques

جامعة غرداية



Université de Ghardaïa

كلية علوم الطبيعة والحياة
وعلوم الأرض

قسم العلوم الفلاحية

Ghardaïa le : 02 /07 / 2025

Rapport : Correction du mémoire

Enseignant Chargé de la correction : Mr

Nom et prénom l'examineur	Nom et prénom du président
ZERGOUN Youcef	MEHANI Mouna
Signature	Signature

Thème :

Contribution à l'étude du pouvoir insecticide de *Cleome arabica* L. contre *Tribolium castaneum* dans la région de Ghardaïa

Après les corrections apportées au mémoire, L'étudiant :

✓ TEBBAKH ilyes

est autorisé à déposer le manuscrit au niveau du département.