



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ KASDI MERBAH – OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Agronomiques

Mémoire de Fin d'Études
Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytoprotection et Environnement

Présenté par :

Mlle AMIRAT Asia

Mlle DJAFOUR Messaouda

Thème :

Effet des extraits des plantes *Nerium oleander L.* et *Cleome amblyocarpa* pour contrôler le ravageur de palmier dattier *Oryctes agamemnon*

Soutenu publiquement le : 17/06/2026

Devant le jury :

Qualité	Nom et Prénom	Grade	Établissement
Président	Mme KHERBOUCH Y.	MCA	UKM Ouargla
Examineur	Mme BENGHADAIR A.	MCA	UKM Ouargla
Encadrant	Mme BENBESSIS Y.	MCA	ENS Ouargla
Co- Encadrant	M MAHMOUD Y.	MAA	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2025/2026

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الشكر و العرفان

بسم الله الرحمن الرحيم

..الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على سيدنا وحبينا محمد ﷺ، وعلى آله وصحبه أجمعين

نتقدم بخالص عبارات الشكر والتقدير والامتنان إلى أستاذتنا المشرفة الدكتورة **بن بسيس يمينة**، التي لم تبخل علينا بعلمها وتوجيهاتها القيّمة، وكانت خير مرشد وداعم لنا طوال مراحل إنجاز هذا العمل. فبفضل نصائحها السديدة، وصبرها، ومتابعتها المستمرة، تمكّنا من إتمام هذه الدراسة على أحسن وجه. نسأل الله أن يجزيها عنا خير الجزاء وأن يبارك في علمها وعملها

كما نتوجه بجزيل الشكر والعرفان إلى الأستاذ **محمود يوسف** على ما قدمه لنا من نصائح وإرشادات علمية قيّمة، وعلى دعمه ومرافقته لنا خلال مختلف مراحل إنجاز هذا المشروع، وكان له فضل كبير في إتمامه

كما نعبر عن بالغ امتناننا لأعضاء **لجنة المناقشة** المحترمين لتفضلهم بقبول مناقشة هذا العمل، وقراءته وتقييمه، وإغنائه بملاحظاتهم العلمية السديدة وتوجيهاتهم القيّمة

ونتقدم بالشكر الجزيل إلى جميع القائمين على مخبري

ENS و CRPC

، وإلى الأستاذة **إيمان** والأستاذة **آمال**، وإلى كافة أفراد الطاقم المخبري، على حسن الاستقبال والتعاون، وما قدموه لنا من تسهيلات ومساعدات ساهمت في إنجاز الجانب التطبيقي من هذه الدراسة في أفضل الظروف

كما نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كل من ساعدنا ووجّهنا أثناء معالجة نتائج دراستنا وتحليلها وتوثيقها إحصائياً، ونخص بالذكر الأستاذ **سكور م** والطالبة **بلكو ريان**، تقديرًا لما قدماه من توجيهات ومساعدات قيّمة

ولا يفوتنا أن نتقدم بخالص الشكر والامتنان إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد في إنجاز هذه المذكرة، ونخص بالذكر السيدة **عميرات المرضية** التي تكفلت بحفظ العينات والعناية بها قبل انطلاق الجانب التطبيقي من الدراسة، فلها منا جزيل الشكر والتقدير

كما نتوجه بالشكر إلى كل من بذل جهداً أو تكبد عناء السفر في سبيل إنجاز هذه الدراسة، ونخص بالذكر: **جعفور عباس**، **عميرات بوجمعة** و**بن قطاية فاروق**

ونتقدم كذلك بجزيل الشكر والعرفان إلى الفلاحين الذين تعاونوا معنا وسهّلوا لنا إنجاز العمل الميداني، وعلى رأسهم **الحاج البشير كبسة**، والأستاذ **قسومة عبد الله**، وأصدقائه، وكافة أهل دوار الماء على حسن الاستقبال وكرم الضيافة

والله ولي التوفيق

الاهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ
والصلاة والسلام على سيدنا وحبیبنا محمد ﷺ، خير خلق الله، وعلى آله وصحبه أجمعين
الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وتُشَدُّ به الهمم، وتُبْلَغ به الغايات

أتقدم بالشكر والامتنان، وأهدي هذا العمل. بل إنه واجب عليّ، فلولا فضل الله ثم مرافقة والدتي العزيزة المرضية لي في هذا المسار، لما اكتمل هذا الجهد، زميلتي طوال سنوات الدراسة الخمس، وشريكتي في هذا المشوار، التي خاضت معي تفاصيل هذا المشروع خطوة بخطوة حتى بلغ صورته النهائية. حفظك الله لنا وأدامك تاجاً فوق رأسي، وأتار دربك وأسعدك، وسخرني لهذا العمل، لنيل رضاك، اللهم آمين.

وأهدي هذا العمل أيضاً إلى والدي إبراهيم إلى من كان سندي وعوني في مسيرتي العلمية، إلى من غمرني بحبه واهتمامه، وعلمني أن الاجتهاد طريق النجاح

، وإلى كل من كان لي سنداً وعوناً من اختي وإختي، كلُّ باسمه ومقامه
كوثر، التي كانت حريصة ومهتمة وتتابعني بقلب صادق رغم انشغالاتها؛
مصباح، أخي الأكبر الرائع الغالي له مني خالص التقدير والاحترام وفقه الله؛
غزالي، الذي اشعل مشروع التخرج شغفاً واهتماماً، فله مني كل الامتنان والتقدير؛
الشيخ خليل، أدامه الله وارضاه علينا؛

وصغيرنا المتمم، المهندس المستقبلي إن شاء الله، أنس،
كم أنا محظوظة بكم، وأحمد الله على وجودي بينكم، حفظكم الله وأسعدكم وحقق أمانيتكم، وجعلكم في أعلى المراتب،
اللهم آمين.

كما أهدي هذا العمل وأتقدم بالشكر إلى أستاذتي العزيزة وابنة خالتي، التي كانت سنداً حقيقياً لي وأعادتني إلى الطريق كلما تعثرت أو مللت: يمينة، وإلى الأم الروحية صاحبة الروح الحرة والفاضلة فضيلة، حفظكم الله وراكم وأسعدكم ووفقكم لما يحب ويرضى.

وأهديه كذلك إلى اقاربي وقريباتي ومعارفي الذين انتظروا هذا اليوم بفارغ الصبر ورافقوني بدعمهم واهتمامهم، حفظهم الله وراهم.

كما أتقدم بالشكر إلى أساتذة تخصص **Phytoprotection et Environnement** على ما قدموه من علم وجهد، وعلى ما زرعه فينا من شغف ووعي علمي.

ولا أنسى صديقتي وجارتي ورفيقتي الغالية مريم وصديقتي رحاب، أسعدكم الله وحقق لكم أمانيتكم، وإلى صديقتي وزميلاتي أحلام ونور وريان وشيماء ولينا وسندس وجيهان وسارة وشمس وسلمي وصال وإيمان وبسمة وحنان وهاجر وهيفاء وسارة أعلى غنائمي اللواتي رافقنني خلال سنوات الجامعة (2021-2026)، وأخذن ذكرهن بكل محبة وامتنان، أسعدكن الله ووفقكن أينما كنتن.

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه

عميرات آسيا

الإهداء

لم تكن الرحلة قصيرة ولم يكن الطريق مفروشا بالتسهيلات، ولم يكن الحلم قريبا.. لكن بالإرادة والصبر يتحقق الحلم من قال انا لها نالها وأنا لها وإن أبت رغما عنها أتيت بها

اليوم أضع نقطة النهاية لمسيرتي وبداية جديدة لها، ليكون هذا اليوم مسك الختام ويوما من أجمل أيام العمر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ما سلطنا البدايات إلا بتيسيره وما بلغنا النهايات إلا بتوفيقه... نحمد الله حمدا كثيرا على أن من علينا بالعلم وأفتخر بما حققت بفضلته وأسأله ان يجعل هذا العمل خطوة مباركة في مسيرتي العلمية قال تعالى ﴿لَا يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ﴾ ﴿يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ﴾

أصلي وأسلم على سيد الخلق وخاتم الانبياء والمرسلين سيدنا محمد ﷺ

أما بعد

أهدي هذا التخرج الى من ذكرهما الله في كتابه الكريم، وجعل برهما من أعظم القربات... الى النور الذي أضاء دربي، إلى العزيز الذي حملت اسمه فخرا، إلى معلمي الأول الرجل الذي علمني ان الدنيا كفاح وسلاحه العلم...سندي قوتي وملاذي

والدي الغالي محمد عبد الله

الى جنتي في الأرض وداعمي الأول لتحقيق طموحي الى من كانت ملجئي ويدي اليمنى في هذه المرحلة ...

إلى من أبصرت بها طريق حياتي واعتزازي بذاتي.. إلى القلب الحنون إلى من كانت دعواتها تحيطني في خطواتي

أمي الحبيبة جعفرور نصيرة

إلى إخوتي سندي ومسندي وذراعي الأيمن.. كل باسمه ومقامه أخي عباس من كانت له يد معينة في تسهيل خطوات مشروعي هذا وأخي الكبير محمد خير سند لي بنصحته وتشجيعه. الى أختي الغاليتين فاطمة وريمة

الى صديقاتي رفيقات الدراسة والسنين الجميلة جعفرور خديجة من الطفولة لليوم والى الابد

كل غالية باسمها عفاف رقية مريم كوثر قادرية فريال وشيماء

والى من أناروا دروب العلم والمعرفة أساتذة التخصص الكرام ومشرفة المذكرة الأستاذة بن بسيس يمينة على توجيهاتها القيمة لقد كان لإشرافها العلمي الرصين الأثر البالغ في اثناء هذه الدراسة نتقدم بأسمى عبارات الشكر والامتنان والتقدير على دعمكم وعطائكم وكل جهودكم النبيلة والحمد لله نحمده في البدء والختام

﴿وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾

جعفور مسعودة

Liste des Abréviations

Abréviation	Signification
%	Pourcentage
Nm	Nanomètre
Cm	Centimètre
Mm	Millimètre
M	Mètre
Mg	Milligramme
G	Gramme
Min	Minute
H	Heure
°C	Degré Celsius
µl	Microlitre
ml	Millilitre
L	Litre
GA	Gallic Acid (Acide gallique)
Que	Quercetin (Quercétine)
TPC	Total Phenolic content (Teneur totale en phénols)
TFC	Total Flavonoids content (Teneur totale en flavonoïdes)
FAO	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

Liste des tableaux

Tableau 1 Mesures de longueur et de largeur (mm) des stades de développement de l' <i>Oryctes agamemnon arabicus</i> .	15
Tableau 2 Largeur de la capsule céphalique (mm) d' <i>Oryctes agamemnon arabicus</i>	16
Tableau 3 le tableau présente les matériaux et les solutions chimiques utilisés.	40
Tableau 4 Liste des appareils utilisés.	41
Tableau 5 Récapitule les résultats de l'analyse chimique des composés actifs de <i>N. oleander</i> , de <i>C. amblyocarpa</i> et de leur mélange.	56
Tableau 6 Tableau présentant les résultats du rendement d'extraction de <i>N. oleander</i> , <i>C. amblyocarpa</i> et leur mélange.	59
Tableau 7 présente les résultats de l'estimation quantitative des composés phénoliques du <i>Nerium oleander</i> , du <i>Cleome amblyocarpa</i> et de leur mélange	60
Tableau 8 présente les résultats de la quantification des composés flavonoïdes du <i>Nerium oleander</i> , du <i>Cleome amblyocarpa</i> et de leur mélange	62
Tableau 9 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 1% sur le poids corporel des larves d' <i>Oryctes agamemnon</i> en fonction du temps (Jours).	65
Tableau 10 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 10% sur le poids corporel en fonction du temps (Jours).	67
Tableau 11 Groupement des moyennes selon le test de Tukey des différents traitements à la concentration de 10 % au cours de la période d'étude.	68
Tableau 12 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 25% sur le poids corporel en fonction du temps (Jours).	69
Tableau 13 Groupement des moyennes selon le test de Tukey des différents traitements à la concentration de 25 % au cours de la période d'étude.	70
Tableau 14 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 50% sur le poids corporel en fonction du temps (Jours).	71
Tableau 15 Groupement des moyennes selon le test de Tukey des différents traitements à la concentration de 50 % au cours de la période d'étude.	72

Tableau 16 Analyse de variance à deux facteurs (ANOVA à deux facteurs) de l'effet du type d'extrait végétal et des concentrations sur le taux de mortalité des larves d'*Oryctes agamemnon*.

75

Tableau 17 Moyennes des taux de mortalité des larves d'*Oryctes agamemnon* en fonction des différents types d'extraits végétaux et de leurs concentrations, et calcul des différences statistiquement significatives à l'aide du test de Tukey (Tukey HSD).

76

Tableau 18 Paramètres de la régression linéaire (équations et coefficients de détermination R^2) des différents traitements (*C. amblyocarpa*, *N. oleander* et le mélange)

79

Tableau 19 Valeurs de la DL50 (%) des extraits de *C. amblyocarpa*, *N. oleander* et du mélange

80

Liste des figures

Figure 1 : Schéma d'un palmier dattier et de son système racinaire.	9
Figure 2 Adulte d' <i>Oryctes agamemnon arabicus</i>	14
Figure 3 Larve d' <i>Oryctes agamemnon arabicus</i> .	16
Figure 4 cycle de vie d' <i>oryctes agamemnon</i> .	17
Figure 5 Dégâts d' <i>Oryctes agamemnon arabicus</i> sur les palmiers dattiers en Irak.	20
Figure 6 Mycelial growth on mycotic larval cadavers of <i>Oryctes agamemnon</i> that died due to infection with EPF isolates.	21
Figure 7 Piège lumineux solaire, utilisé pour la surveillance et le contrôle des espèces d' <i>Oryctes</i> dans les vergers de palmiers dattiers en Irak.	22
Figure 8 Six cultivars <i>N. oleander</i> .	26
Figure 9 Décrit l'aspect extérieur de la plante <i>Nerium oleander</i> .	27
Figure 10 A : Fleur et jeune gousse et Tige et feuilles de <i>Cleome amblyocarpa</i> .	31
Figure 11 le broyage du les deux plantes <i>Nerium oleander</i> L. et <i>Cleome amblyocarpa</i> .	38
Figure 12 Collecte d'échantillons de larves d' <i>Oryctes agamemnon</i> sur terrain.	39
Figure 13 Les larves d'insectes d' <i>Oryctes agamemnon</i> en laboratoire.	40
Figure 14 les étapes suivies dans le processus de préparation des extraits des plantes étudiées et leurs diverses utilisations.	
Figure 15 La tourbe est stérilisée dans un four Pasteur.	48
Figure 16 Préparation du milieu d'élevage pour les larves.	50
Figure 17 l'application du traitement aux larves de l'insecte <i>Oryctes agamemnon</i> .	52
Figure 18 Effet de la concentration (1; 10; 25 et 50%) des différents extraits étudiés (<i>C. ambolyocarpa</i> , <i>N. oleander</i> et leur mélange) sur le poids des larves du ravageur <i>O. agamemnon</i>	64
Figure 19 illustre la relation entre le taux de mortalité des larves d' <i>Oryctes agamemnon</i> et les concentrations des extraits de plantes utilisés.	74
Figure 20 action de l'extrait <i>C. amblyocarpa</i> sur les larves à différent concentration.	78
Figure 21 action de l'extrait <i>N. oleander</i> sur les larves à différent concentration.	79
Figure 22 action de l'extrait de mélange sur les larves à différent concentration.	79

Figure 23 les déformations morphologiques résultant du traitement aux extraits.	82
Figure 24 l'effet neurotoxique sur la membrane des larves d' <i>Oryctes agamemnon</i> . traitées avec des extraits.	83
Figure 25 montre le noircissement des larves d' <i>Oryctes agamemnon solitarius</i> résultant du traitement aux extraits végétaux.	84

Table des matières

الإهداء

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 2

Partie I : Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : *Phoenix dactylifera* 6

I.1. Origine et répartition géographique 7

I.1.1 Dans le monde..... 7

I.1.2. En Algérie..... 7

I.2. Classification botanique 8

I.3. Description morphologique 8

I.3.1. Système racinaire 9

I.3.2. Tronc (stipe) 9

I.3.3. Feuilles 9

I.3.4. Inflorescences et fleurs..... 10

I.3.5. Fruits (dattes) 10

I.4. Importance économique et écologique..... 11

I.5. Principales maladies et ravageurs du palmier dattier 12

I.5.1. Maladies 12

I.5.2. Ravageurs..... 12

CHAPITRE II : *Oryctes agamemnon* 15

II.1. Présentation de l'*Oryctes agamemnon* 16

II.2. Classification systématique 16

II.3. Description morphologique..... 17

II.3.1. Adulte..... 17

II.3.2. Les œufs..... 18

II.3.3 Stades larvaires 19

II.4. Cycle biologique:..... 20

II.5. Reproduction et développement 21

II.6. Conditions favorables au développement	22
II.7. Les cultivars de palmier les plus sensibles	22
II.8. Symptômes et Dégâts de l' <i>Oryctes agamemnon</i> sur le palmier dattier	23
II.9. Méthodes de lutte utilisées.....	24
II.9.1. Lutte biologique.....	24
II.9.2. Lutte physique.....	25
II.9.3. Lutte chimique	26
II.9.4. Lutte intégrée.....	26
II.9.5. Limites des méthodes conventionnelles	27
CHAPITRE III : Présentation des plantes étudiées	28
III.1. <i>Nerium oleander</i>	29
III.1.1. Classification botanique	29
III.1.2. Description morphologique.....	31
III.1.3. Répartition géographique.....	32
III.1.4. Composition chimique	32
III.1.5. Propriétés biologiques et insecticides.....	33
III.1.6. Travaux antérieurs sur utilisation de <i>N. oleander</i> en lutte biologique	33
III.2. <i>Cleome amblyocarpa</i> (Nettil)	34
III.2.1. Classification botanique	34
III.2.2. Description morphologique.....	35
III.2.3. Répartition géographique.....	35
III.2.4. Composition chimique	36
III.2.5. Activités biologiques et insecticides	36
III.2.6. Travaux antérieurs sur son utilisation en protection des végétaux	36
Chapitre V : les biopesticides végétaux.....	38
V.1. Définition d'un bio-pesticide végétal	39
V.2. Importance des substances naturelles dans la protection des végétaux	39
V.3. Modes d'action des extraits végétaux sur les insectes	39
V.3.1. Effet insecticide	39
V.3.2. Effet répulsif.....	39
V.3.3. Effet anti-alimentaire.....	39
V.3.4. Effet inhibiteur de croissance.....	40
V.4. Avantages et limites des extraits végétaux	40
V.5. Exemples de plantes utilisées en lutte biologique	40

Partie II : Expérimentation

CHAPITRE I : Matériels et méthodes	42
I.1. Matériel biologiques	43
I.1.1. Matières végétales utilisées pour la préparation des extraits hydro-alcooliques.....	43
I.1.2. Le matériel animal.....	44
I.2. Matériel de laboratoire	46
I.2.1. Solutions chimiques utilisés.....	46
I.2.2. Appareils utilisés	47
I.3. Protocole expérimental	47
I.3.1. Préparation de l'extrait hydroalcoolique de <i>N. oleander</i> et de <i>C. amblyocarpa</i>	47
I.3.2. Estimation quantitative du rendement de l'extraction	48
I.3.3. Criblage des composés actifs dans les extraits végétaux	50
I.3.4. Détection phytochimique des métabolites secondaires	50
I.3.5. Dosage des composés chimiques	51
I.3.6. Test de l'effet insecticide des extraits contre les larves d' <i>Oryctes agamemnon</i>	53
I.3.7. Application du traitement aux larves (test de toxicité).....	55
I.3.8. Suivi de l'effet des extraits sur la larve d' <i>O. agamemnon</i>	58
CHAPITRE II : Résultats et discussion.....	61
II.1. Résultats de l'analyse chimique des composés actifs des extraits végétaux étudiés	62
II.1.1. Estimation quantitative du rendement de l'extraction	62
II.1.2. Résultats de criblage des composés actifs de les extraits végétaux	64
II.1.3. Résultats du dosage des composés phénoliques des extraits étudiés	67
II.1.4. Résultats de l'analyse des composés flavonoïdes dans les extraits étudiés.....	69
II.2. Résultat de l'effet des extraits sur les larves de l' <i>oryctes agamemnon</i>	71
II.2.1. L'effet des extraits sur l'évolution de poids des larves d' <i>Oryctes agamemnon</i>	71
II.2.2. Effet des extraits sur le taux de mortalité des larves d' <i>Oryctes agamemnon</i>	81
II.2.3. Effets des extraits sur la physiologie et la morphologie des larves d' <i>O. agamemnon</i>	89
Conclusion	93
Références bibliographiques	96
Annexes	110
Résumé	114

Introduction

Introduction

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une culture stratégique majeure dans les régions désertiques et semi-désertiques. Il occupe une place centrale dans les systèmes agricoles et économiques des oasis, notamment en Algérie, l'un des principaux producteurs mondiaux de dattes. La production du palmier dattier, en particulier la variété Deglet Nour, participe à l'économie agricole nationale (Benzouche et al., 2024 ; Canton, 2021). L'Algérie compte plus de 18,6 millions de palmiers dattiers répartis sur environ 167 000 hectares et produit près de 990 000 tonnes de dattes par an, représentant environ 14 % de la production mondiale, ce qui reflète l'importance économique majeure de cette culture (CACI, 2015). La filière dattier constitue également une source importante de revenus pour les populations des régions désertiques et contribue à la préservation des pratiques agricoles traditionnelles (Hakima et al., 2021). Sur le plan environnemental, le palmier dattier participe à la protection de l'écosystème oasien en limitant l'ensablement, en stabilisant les sols et en favorisant un équilibre climatique local propice à la durabilité de l'agriculture en milieu aride (Santoro, 2023).

Malgré son importance économique, sociale et environnementale, le palmier dattier est l'hôte de nombreux insectes ravageurs favorisés par les conditions environnementales des écosystèmes oasiens, entraînant des pertes de production et une altération de la qualité des dattes (Wakil et al., 2015). Parmi les ravageurs les plus importants figurent *Ectomyelois ceratoniae*, *Oligonychus afrasiaticus*, *Parlatoria blanchardi* et *Oryctes agamemnon*, qui influencent fortement la productivité des palmeraies (Soltani et al. 2011). L'Algérie compte plus de 18,6 millions de palmiers dattiers répartis sur environ 167 000 hectares et produit près de 990 000 tonnes de dattes par an, représentant environ 14 % de la production mondiale, ce qui reflète l'importance économique majeure de cette culture (CACI, 2015).

Les coléoptères du genre *Oryctes* comptent parmi les ravageurs les plus dangereux en raison des dommages internes qu'ils causent aux racines aériennes, à la couronne et au tronc, provoquant un affaiblissement général du palmier pouvant aller jusqu'à sa mort. (El-Shafie, 2019 ; Rm et al., 2021). Cette espèce est reconnue pour sa grande difficulté de contrôle, les larves se développant profondément à l'intérieur des tissus végétaux où elles demeurent protégées contre la majorité des traitements conventionnels (Faleiro, 2006). Leur comportement de creusement et le développement des stades immatures à l'intérieur des tissus végétaux réduisent aussi l'efficacité

Introduction

des méthodes de lutte conventionnelles (Rm et al., 2021). Par ailleurs, le recours aux pesticides chimiques est confronté à plusieurs limites, notamment l'apparition de résistances, leurs effets sur les organismes non ciblés, la perturbation de l'équilibre écologique des oasis ainsi que les risques liés à leurs résidus dans l'environnement (Srivastava et al., 2020 ; Ye et al., 2022).

Les extraits de plantes représentent des alternatives prometteuses grâce à leurs composés actifs exerçant des effets toxiques, répulsifs ou inhibiteurs de croissance sur les insectes. Leur biodégradabilité et leur faible toxicité pour les organismes non ciblés les rendent compatibles avec les principes de l'agriculture durable et permettent de réduire la dépendance aux pesticides chimiques (Isman, 2020 ; Pavela et al., 2025).

Les études ont montré que le laurier-rose (*Nerium oleander*) possède une activité insecticide marquée liée à sa richesse en hétérosides cardiaques et autres composés bioactifs présentant des effets toxiques sur plusieurs insectes (Namadou et al., 2023 ; Nia, 2023). De même, *Cleome amblyocarpa* contient une huile essentielle riche en terpènes et en composés biologiquement actifs, caractérisés par des propriétés répulsives et anti-alimentaires justifiant son utilisation en lutte biologique (Abd-ElGawad et al., 2022).

Des études récentes consacrées à *Oryctes agamemnon* ont mis en évidence la diversité des axes de recherche. Soltani et al. (2008) ont étudié son cycle de vie en laboratoire, tandis que Rais et al. (2025) se sont concentrés sur son identification morphologique et moléculaire. D'autres travaux ont exploré des méthodes de lutte biologique fondées sur des organismes entomopathogènes (Saleem & Ibrahim, 2019 ; Tariq, 2020). Malgré ces avancées, les méthodes de lutte biologique proposées demeurent encore limitées face à la menace que représente ce ravageur dans les écosystèmes oasiens.

Partant de ce constat, cette étude vise à évaluer l'efficacité des extraits de *Nerium oleander* et *Cleome amblyocarpa*, utilisés seuls ou en combinaison, afin de déterminer la concentration minimale efficace contre *Oryctes agamemnon* et de proposer des alternatives biologiques plus sûres et adaptées aux conditions environnementales désertiques. Cette étude repose sur l'hypothèse que ces extraits exercent un effet inhibiteur ou létal sur les stades de développement du ravageur et que leur efficacité varie selon le type de plante et la concentration utilisée.

Introduction

Notre travail a été structuré en deux parties complémentaires. La première consiste en une synthèse bibliographique, au cours de laquelle nous avons mis en évidence l'importance des palmiers dattier, présenté l'oryctes agamemnon ainsi que les deux espèces végétales utilisées pour la préparation des extraits. La seconde partie est consacrée à l'expérimentation, comprenant la méthode d'extraction, l'identification des composés actifs, puis le traitement des larves par les extraits à différentes concentrations. Enfin, les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse et d'une discussion.

Dans quelle mesure les extraits de *Nerium oleander* et de *Cleome amblyocarpa*, utilisés seuls ou en combinaison, influencent-ils la mortalité et le développement des larves d'*Oryctes agamemnon* ?

Partie I : Synthèse bibliographique

CHAPITRE I:

Phoenix dactylifera

I.1. Origine et répartition géographique

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) a pour étymologie le mot phénicien « phoenix » qui veut dire palmier dattier et dactylifera vient du grec daktulos qui signifie doigt, en rapport avec la forme de son fruit. D'autres sources disent que ce nom fait aussi référence à l'oiseau mythique égyptien, le phénix, parce que ce palmier peut repousser après avoir été brûlé (FAO, 2002). C'est l'un des premiers arbres fruitiers qui ont accompagné le développement des sociétés depuis l'Antiquité. La pratique de la reproduction sexuée date du Néolithique dans la région du Golfe Persique et dans le bassin du Tigre et de l'Euphrate, vers 5000 -6 000 avant J.-C. Aujourd'hui malgré un appauvrissement génétique du palmier dattier, celui-ci reste la principale culture des pays arides et semi-arides d'Afrique du Nord ainsi que du Moyen-Orient. La production mondiale en dattes est d'environ 8 millions de tonnes chaque année ce qui rapporte plusieurs millions USD annuellement pour l'économie locale puis nationale (Zehdi-Azouzi *et al.*, 2015). Le *Phoenix dactylifera* L. croît dans les zones désertiques et semi-arides à climat chaud et sec, avec une température moyenne de 25,3 à 27,8 °C et des précipitations faibles (75–109 mm).

I.1.1. Dans le monde

Le palmier dattier est très répandu dans le monde, surtout au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Les plus grandes concentrations se trouvent aux Émirats arabes unis (environ 40 millions de palmiers), en Arabie saoudite (31 millions) et en Algérie, particulièrement dans la région des Ziban qui est importante pour la production de la variété Deglet Nour avec environ 18 millions de palmiers. Il est aussi cultivé en Libye, aux États-Unis (Californie), au Mexique, en Asie, en Australie et dans certaines régions d'Afrique (Al-Karmadi & Okoh, 2024).

I.1.2. En Algérie

L'Algérie occupe le quatrième rang mondial dans la production de dattes. La culture du palmier dattier est principalement concentrée dans les régions sahariennes, où les oasis offrent des conditions favorables à son développement. La wilaya de Biskra se distingue par le plus grand nombre de palmiers dattiers plantés avec plus de 4,2 millions de sujets, suivie des wilayas d'El Oued et d'Adrar qui comptent chacune plus de 3,7 millions de palmiers. Les wilayas de Ouargla et de Ghardaïa possèdent également des effectifs importants, estimés respectivement à près de 2,5 millions et 1,2 million de palmiers. D'autres wilayas

sahariennes, telles que Béchar et Tamanrasset, contribuent également à la phoeniciculture nationale grâce à leurs vastes superficies plantées. À l'inverse, les wilayas steppiques et semi-arides, comme Laghouat, Djelfa, Naâma, El-Bayadh et Khenchela, présentent des effectifs plus modestes. Au total, l'Algérie compte plus de 18,3 millions de palmiers dattiers, répartis principalement dans les régions du Sud-Est et du Sud-Ouest, ce qui témoigne de l'importance de la phoeniciculture dans l'agriculture nationale (DSA, 2015).

I.2. Classification botanique

Les palmiers, en particulier le palmier dattier, appartiennent à la famille des Arecaceae, reconnue pour sa grande diversité avec environ 2 500 espèces réparties en 200 genres, chacun présentant des caractéristiques distinctives. Parmi ces genres figure *Phoenix dactylifera*. (Al-Karmadi & Okoh, 2024).

Règne :	Plantae
Division :	Angiospermes
Classe :	Monocotylé dones
Ordre :	Arecales
Famille :	Arecaceae
Genre :	<i>Phoenix</i>
Espèce :	<i>Phoenix dactylifera</i> (Al-Talaqany <i>et al.</i> , 2023)

La plante *Phoenix dactylifera* est une plante avec des fleurs qui est cultivée pour ses fruits. La taille moyenne d'une plante de *Phoenix dactylifera* varie entre 15 et 30 mètres (Al-Karmadi & Okoh, 2024b; Meena *et al.*, 2025). Les plantes *Phoenix dactylifera* ont un col en forme de cylindre et des feuilles à 4 à 6 cm d'altitude, créant une couronne de 150 cm où se trouve une rangée d'épines (Al-Karmadi & Okoh, 2024). Il y a une diversité dans les feuilles, leur positionnement, le col, les folioles et les épines de chaque plante (Meena *et al.*, 2025) . La famille Phoenix en compte 14 espèces.

I.3. Description morphologique

La morphologie des palmiers dattiers se compose de plusieurs parties, comme l'illustre la figure (01) .

I.3.1. Système racinaire

Le système racinaire est de type fasciculé; Il ne comporte pas de racine pivotante, les racines se développant de manière uniforme tout au long de la croissance à partir de la base du tronc, puis se répartissant et s'étendant de manière radiale (radialement) (Rahman *et al.*, 2022). Les racines se divisent en deux parties : les racines superficielles et les racines profondes, dont la profondeur peut atteindre 4 à 6 mètres, la plupart se trouvant dans les couches superficielles. Elles se caractérisent par une structure particulière divisée en trois zones fonctionnelles : une zone respiratoire proche de la surface, responsable des échanges gazeux ; une zone d'absorption de l'eau et des sels minéraux (FAO, 2002).

I.3.2. Tronc (stipe)

Le tronc est unique, cylindrique et droit, avec un port vertical et sans ramification latérale, à la différence des arbres dicotylédones dont le diamètre augmente en hauteur. Il peut atteindre environ 30 mètres de hauteur pour mieux capter la lumière. La croissance du tronc se fait par le haut, les nouvelles feuilles poussant vers le haut et les anciennes étant élaguées en bas ; c'est ce qui donne l'aspect particulier des anneaux que l'on trouve sur le long du palmier (cicatrices foliaires) (Meena *et al.*, 2025). Les faisceaux vasculaires au centre du tronc sont peu nombreux et grands ; ici, le bois est tendre et peu dense. À la périphérie se trouvent beaucoup de petits faisceaux vasculaires avec un bois rugueux. La densité des faisceaux vasculaires périphériques diminue quand on monte vers le sommet; plus de tissus fibreux sont au sommet qu'à la base (Alla *et al.*, 2023).

I.3.3. Feuilles

La feuille du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est l'organe principal de la photosynthèse, car elle a une forme plate et fine qui permet une meilleure exposition au soleil. Elle respire, transpire et sécrète aussi. morphologiquement, la feuille est pennée; elle a un limbe avec des folioles dont la longueur et la largeur déterminent la surface foliaire totale selon les variétés génétiques. Anatomiquement, la feuille a une couche cireuse et un épiderme qui protègent les tissus internes et limitent la perte d'eau. Le mésenchyme contient les chloroplastes ainsi que des faisceaux vasculaires assurant le transport de la sève, et des faisceaux fibreux responsables du soutien et de la résistance de la feuille aux conditions environnementales. (Hacene, 2023)

I.3.4. Inflorescences et fleurs

Le palmier dattier est une espèce dioïque possédant des inflorescences mâles et femelles appelées épillets, protégées par des spathes fibreuses qui s'ouvrent à maturité pour libérer les fleurs. Les inflorescences mâles sont plus courtes et larges que les femelles. Les fleurs mâles, de couleur blanc cireux, sont composées de trois sépales, trois pétales, six étamines et trois carpelles peu développés. Les fleurs femelles, jaunes verdâtres, possèdent trois sépales, trois pétales, six staminodes et trois carpelles, dont un seul se transforme généralement en fruit. Les grappes florales sont portées par des pédicelles allongés et aplatis. (Akhavan *et al.*, 2021; Salomón-Torres *et al.*, 2021).

I.3.5. Fruits (dattes)

Le fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est constitué de quatre parties principales : l'épicarpe (peau externe), le mésocarpe (partie comestible riche en cellules parenchymateuses), l'endocarpe fibreux entourant le noyau et la graine qui représente 6 à 15 % du poids du fruit. Le fruit est généralement oblongue, mesurant entre 24 et 60 mm de longueur et pesant entre 7 et 40 g selon la variété et les conditions de culture (Sejpal *et al.*, 2025).

Le développement du fruit passe par cinq stades principaux : Hababouk, Kimri, Khalal (Bisr), Rutab et Tamar. Hababouk est le début de formation après fécondation ; fruits petits très humides riches en sels minéraux. Kimri est la croissance rapide du fruit ; couleur verte texture ferme forte teneur en eau (75–85 %) avec présence élevée de tanins. Khalal (Bisr) correspond à maturité physiologique où le fruit devient jaune ou rouge atteint sa taille maximale et la teneur en sucres augmente jusqu'à environ 50 %. Rutab est un début de maturation où le fruit ramollit foncé et accumule des sucres simples glucose fructose. Tamar représente un stade final de maturité dessèchement où le fruit devient foncé ridé avec une teneur maximale en sucres plus ou moins 80 % matière sèche (Barathikannan *et al.*, 2026 ; Sejpal *et al.*, 2025).

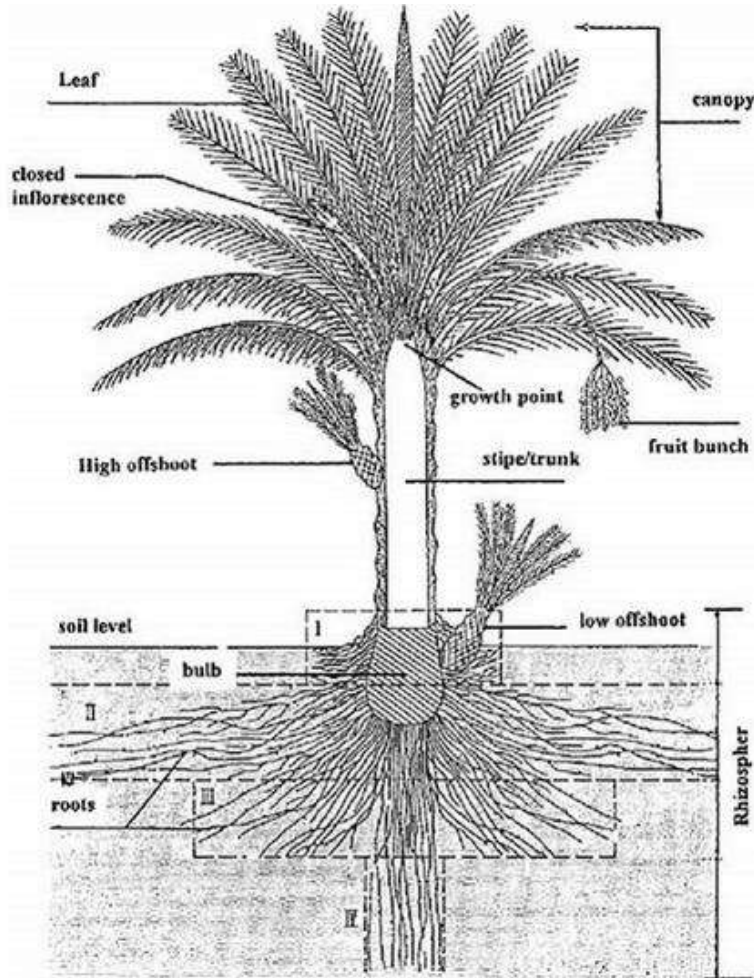


Figure 1 : Schéma d'un palmier dattier et de son système racinaire (FOA, 2006)

I.4. Importance économique et écologique

Les dattes du *Phoenix dactylifera* L. ont une grande importance économique et nutritionnelle. En 2024, la production mondiale a atteint environ 10 millions de tonnes, dominée à 85 % par la région Moyen-Orient et Afrique du Nord (OECD FAO 2025). Sur le plan nutritionnel, les dattes sont riches en glucides et sucres (70–80 %), principalement le glucose et le fructose, ce qui leur donne une forte valeur énergétique. Elles contiennent aussi des protéines, des vitamines (A, C et groupe B), ainsi que plusieurs minéraux importants comme le potassium, le calcium, le fer, le magnésium et le zinc. Elles sont également riches en composés antioxydants tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques. Les dattes et leurs noyaux possèdent plusieurs utilisations industrielles : fabrication d'emballages écologiques, production d'huile cosmétique, biocarburants et charbon actif pour la purification de l'eau. Elles présentent aussi des propriétés médicinales importantes :

effets anti-inflammatoires, antimicrobiens, anticancéreux et neuroprotecteurs, avec des usages traditionnels comme le traitement de certaines maladies, l'effet laxatif et l'aide à l'accouchement et à la lactation (Abdallah *et al.*, 2026; Djaoudene *et al.*, 2026).

I.5. Principales maladies et ravageurs du palmier dattier

I.5.1. Maladies

I.5.1.1. Bayoud

La fusariose du *Phoenix dactylifera* L. est une maladie grave causée par le champignon *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, vivant dans le sol. Apparue en 1870 au Maroc puis en Algérie, elle est considérée par la FAO comme l'une des maladies les plus dangereuses du palmier dattier. elle provoque le jaunissement et le dessèchement progressif des feuilles, en commençant par les plus anciennes, avec une diminution de la croissance et de la vigueur de l'arbre. À un stade avancé, la couronne peut s'effondrer à cause de l'atteinte des tissus vasculaires. la lutte repose principalement sur la prévention, l'isolement et la destruction des palmiers infectés, car les traitements chimiques présentent des risques pour l'environnement et la santé. Cette maladie a déjà détruit environ 15 millions de palmiers dans les oasis marocaines *et algériennes* (Alsaqer *et al.*, 2024; Mbaye *et al.*, 2026).

I.5.2 Ravageurs

I.5.2.1 Pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*

Lépidoptère *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) est un phytophage qui se nourrit d'écorces de grenades, d'écorces de dattiers, d'agrumes et de figes. Les femelles matures déposent les œufs à l'intérieur du fruit lors de la période de maturation précoce du fruit pour leur assurer une croissance appropriée en conditions adéquates. Les larves ont besoin des aliments disponibles autour des palmiers dattiers. Bien qu'il provienne de la région méditerranéenne, cette espèce est à l'origine de la destruction d'environ 80 % des grenades et des dattiers actuellement. (Liu *et al.*, 2024).

I.5.2.2 Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*)

Oligonychus afrasiaticus a (Acarina - Tetranychidae), appelé « Boufrouh » en Algérie (qui veut dire « poussière »), est un des plus grands ravageurs des palmiers dattiers. Les femelles adultes

déposent leurs œufs sur les dattes, où elles s'attachent solidement et sont protégées par une toile soyeuse très dense, blanche ou grise, qui retient le sable et la poussière. Les œufs éclosent après deux à trois jours ; leur taille totale depuis l'éclosion jusqu'à la maturité varie entre 0,15 et 0,44mm. Le cycle de vie complet prend entre 12 et 18 jours ce qui explique la rapidité de leur propagation avec possibilité d'atteindre jusqu'à six générations. En ce qui concerne les fruits, ils durcissent et les ridules diminuent ainsi leur qualité entraînant des pertes économiques directes. En 2020, l'Algérie a donné 627 000 dollars pour combattre ce papillon (Faci *et al.*, 2023).

I.5.2.3 Foreur du rachis (*Apate monachus*)

Le coléoptère du palmier (*Apate monachus*) est un insecte xylophage (ordre des coléoptères : famille des Bostrychidae) qui s'attaque au palmier dattier et provoque sa dégradation. Son infestation se manifeste au niveau de l'axe des feuilles du palmier, où il creuse des galeries. Les feuilles perdent alors leur résistance, ce qui entraîne leur dessèchement et la rupture de la tige. Les dégâts sont visibles sur les feuilles du niveau intermédiaire de la couronne au stade adulte de l'insecte, qui s'étend de fin janvier à mi-février pour la première génération, et de fin juin à mi-juillet pour la deuxième génération. L'infestation se concentre quant à elle sur le niveau inférieur des feuilles aux stades œuf et larve (Alili & Mehalli, 2023).

I.5.2.4 La cochenille blanche du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi*)

Présents dans toutes les zones de culture du palmier dattier, ces insectes provoquent des pertes de récolte en se fixant sur les palmes et en produisant des toxines qui perturbent le métabolisme. Leur nombre important réduit et bloque la lumière du soleil, diminuant ainsi la photosynthèse. Les dattes sont affectées : elles deviennent plus petites et leur composition nutritionnelle est altérée, notamment par une diminution de leur teneur en sucres. Le miellat, ou sucré, sécrété par ces insectes favorise le développement de moisissures. Les pertes sont estimées entre 30 et 50 kg par palmier infesté (Arif & Guarino, 2026).

I.5.2.5 Foreur des racines de palmier (*Oryctes agamemnon*)

L'insecte qui ronge les racines du palmier dattier, *Oryctes agamemnon* (ordre : coléoptères ; famille : scarabées), est devenu un grand ennemi de ces palmiers. Les femelles mettent leurs œufs à plusieurs endroits sur le palmier : parmi les jeunes racines, le long du tronc à l'aisselle des feuilles

et à la base des branches coupées (Tabein *et al.*, 2025). Les larves font la plupart des dégâts, se nourrissant de différentes parties du palmier et les réduisant en une poudre semblable à du compost (racines aériennes et anaérobies, et intérieur du tronc). L'adulte, quant à lui, se caractérise par sa force, sa résistance et sa mobilité (Soltani, Chaieb, *et al.*, 2008).

CHAPITRE II :

Oryctes agamemnon

II.1 Présentation de l'*Oryctes agamemnon*

Cette espèce est aujourd'hui considérée comme un ravageur important du palmier dattier dans le sud-ouest tunisien, où des dégâts significatifs ont été observés depuis 1995, notamment des chutes soudaines de palmiers (Soltani, 2009). Malgré son impact croissant, les recherches restent limitées et les programmes de lutte encore insuffisants.

En Algérie, l'espèce s'est progressivement propagée dans plusieurs oasis sahariennes après son introduction en Afrique du Nord, particulièrement dans la région d'El-Oued où sa présence a été signalée dans les palmeraies de Taleb Larbi et des zones voisines (Chouia & Guerfi, 2017). Depuis son apparition, *Oryctes agamemnon* a montré une dynamique de dispersion spatiale importante dans les oasis infestées. Les investigations réalisées ont révélé un taux moyen global d'infestation de 53,75 %, avec des niveaux particulièrement élevés à Taleb Larbi (75 ± 38 %) et à Douar El-Ma ($65 \pm 18,62$ %), alors que le taux le plus faible a été enregistré à Ben Guecha ($21,25 \pm 30,65$ %) (Chouia & Guerfi, 2017). L'analyse statistique par ANOVA a montré des différences significatives entre les stations étudiées ($F = 27,23$; $P \leq 0,05$), confirmant une forte hétérogénéité spatiale de l'infestation.

II.2. Classification systématique

Oryctes est un genre d'insectes coléoptères de la sous-famille des Dynastinae regroupant les scarabées rhinocéros ou *oryctes*. Plusieurs espèces de ce genre sont des ravageurs des palmiers,

Règne : animal

Embranchement : arthropode

Classe : Insecte

Ordre : Coléoptère

Famille : Scarabaeidae

Genre : *Oryctes*

Espèce : *Oryctes Agamemnon* (Burmeister, 1832)

II.3. Description morphologique

L'*Oryctes* est un insecte holométabole dont le cycle de reproduction comprend 5 phases : l'œuf, la larve, la pré-nymphé, la nymphé et l'adulte.

II.3.1. Adulte

L'Imago d'*O. agamemnon* est un scarabée de dimensions moyennes à grandes, atteignant 25-40mm en longueur et 15-20 mm en largeur, caractérisé par sa corpulence massive et son corps particulièrement résistant. Brillant et fortement convexe, il possède des élytres extrêmement robustes de teinte brun rougeâtre à brune foncée, presque noire (Balachowsky, 1962 ; Kaouthar *et al.*, 2020). Il se reproduit une fois par an, ce qui en fait une espèce univoltine (Al-Deeb *et al.*, 2012). Habituellement, les adultes présentent un dimorphisme sexuel. Effectivement, on distingue les mâles grâce à la corne céphalique dorsale qui se courbe vers l'arrière et par une grande concavité antérieure dépressive sur le pronotum (Balachowsky, 1962 ; Howard *et al.*, 2001 ; Lever, 1969) (figure 2 "A"). Alors que chez les femelles, la corne apparaît comme un minuscule cône rudimentaire parfois absent, et une légère dépression au niveau du pronotum (Endrödi, 1985). (figure 2 1 "B").

La tête chitinisée de nuance brun orangé à rouge sombre est dotée d'un appareil buccal extrêmement résistant comprenant deux mandibules solides utilisées pour tronçonner le bois et une paire d'antennes composées de cinq segments. Les larves sont dépourvues de vision et elles avancent en utilisant leurs pattes (Soltani, 2004).

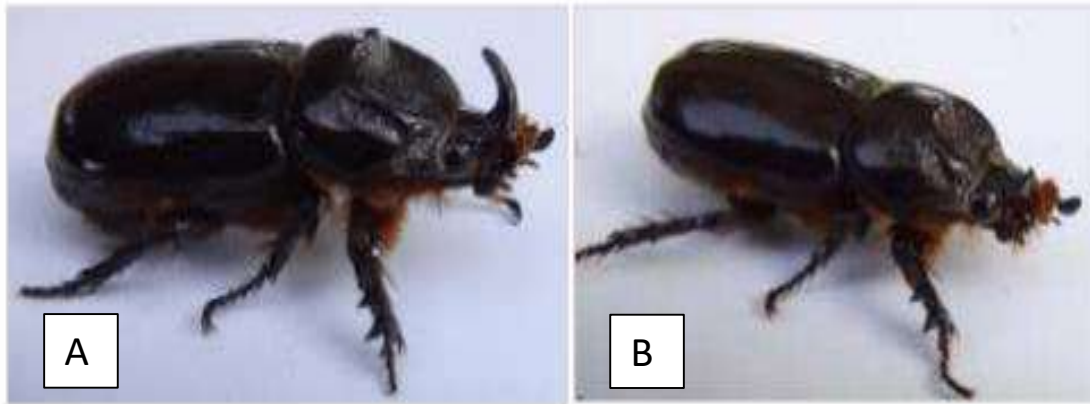


Figure 2 Adulte d'*Oryctes agamemnon arabicus* ; A : Adulte mâle, B : Adulte femelle (Khalaf *et al.* 2013)

II.3.2. Les œufs

Les œufs étaient de forme ovoïde, de couleur blanc nacré et mesuraient en moyenne $3,11 \pm 0,13$ mm de longueur et $2,25 \pm 0,18$ mm de largeur. À la fin de l'embryogenèse, cette forme ovoïde est devenue presque sphérique et son volume a augmenté de 3 à 4 fois, permettant d'apercevoir certaines zones des capsules céphaliques à travers la membrane transparente de l'œuf (Soltani *et al.* 2008) (Tableau 1).

En général, la ponte ne semble pas dépasser une trentaine d'œufs (Paulian, 1941 ; Janssens, 1942), bien qu'il arrive parfois qu'elle atteigne 60 à 70 œufs (Lepesme, 1947).

Au niveau de la base du corail et du collet sur le stipe (Soltani, 2009).

La quantité d'œufs produits est influencée par la qualité du lieu, la qualité et le volume des nourritures, et principalement par le taux d'humidité (Soltani, 2004).

Tableau 1 Mesures de longueur et de largeur (mm) des stades de développement de *Oryctes agamemnon arabicus*.

Stade	Longueur	Largeur
Œuf	2.98 ± 0.38	1.97 ± 0.37
Larve 1	5.67 ± 0.96	2.34 ± 0.17
Larve 2	53.92 ± 1.90	10.41 ± 0.27

Larve 3	77.67 ±4.84	14.71 ±0.66
Prénympe	60.16 ±0.23	16.63 ±0.16
Nympe	43.45 ±5.95	15.49 ±0.37
Adulte	30.05 ±0.69	14.15 ±0.29

II.3.3 Stades larvaires

Les larves d'*Oryctes* passent par trois stades larvaires et se caractérisent par un corps cylindrique blanchâtre, recourbé en forme de C, muni de trois paires de pattes antérieures et d'une capsule céphalique brun-orangé

- Au premier stade, la larve est blanche et quasi transparente, puis la capsule céphalique se pigmente progressivement ; elle mesure environ 5,67±0,96 mm de longueur et 2,34±0,17mm de largeur, avec une forte activité locomotrice (Tableaux 1 et 2).
- Larve de deuxième stade : À ce stade, la larve est blanche et mesure 53,92±1,90 mm de longueur et 10,41±0,27 mm de largeur (Tableau 1). La capsule céphalique, de couleur orange, a une largeur de 5,37±0,14 mm, (Tableau 2).
- Larve de troisième stade : La larve de troisième stade est de couleur blanche, mesurant 77,67±4,84 mm de longueur et 14,71±0,66 mm de largeur (Tableau 1). La capsule céphalique, d'une teinte plus foncée allant vers le marron, mesure 9,61±0,41 mm de large (Tableau 2). Ce stade est le plus dommageable, car la larve est particulièrement vorace.
- Au stade pré-nymphal, la larve de troisième stade cesse de s'alimenter, réduit fortement son activité et présente une diminution de volume avec une coloration jaunâtre. Elle mesure environ 60,16±0,23mm de longueur et 16,63±0,16mm de largeur, avec une capsule céphalique de 9,73±0,25mm (Tableaux 1 et 2). La fin de ce stade est caractérisée par la mue larvaire, marquée par le détachement de la cuticule au niveau de la capsule céphalique, annonçant l'entrée en stade nymphal.
- À l'étape de la nymphe, la pupa prend une forme plus compacte et moins active. Elle change progressivement de couleur, passant du jaunâtre à l'orange, puis au marron sombre. Avec une longueur de 43,45±5,95 mm et une largeur de 15,49±0,37 mm (Tableau 1), la pupa manifeste des mouvements restreints, essentiellement par le biais de contractions et

d'élargissements corporels. À ce moment-là, toutes les structures de l'adulte sont visibles et il est possible de déterminer le sexe en observant la présence ou l'absence de la corne : les mâles ont une corne remarquable, alors que les femelles n'en ont pas.



Figure 3 Larve d'*Oryctes agamemnon arabicus* (Khalaf *et al.* 2013).

Tableau 2 Largeur de la capsule céphalique (mm) d'*Oryctes agamemnon arabicus*

Stade	Larve 1	Larve 2	Larve 3	Prénympe
moyenne \pm SD	2.54 \pm 0.18	5.37 \pm 0.14	9.61 \pm 0.41	9.73 \pm 0.25
N (effectif total)	35	30	26	24

II.4. Cycle biologique:

L'analyse des caractéristiques biologiques montre que *O. agamemnon* est un insecte holométabole dont le cycle de vie englobe les phases d'œuf, trois stades larvaires (L1, L2, L3), ainsi que les phases de prénymphe et de nymphe. Son cycle biologique complet s'étend sur 249 jours, ce qui équivaut à une durée de 8 à 10 mois (Ehsine *et al.* 2019).

Le développement débute en hiver (décembre–janvier) par la ponte des œufs, suivie des stades larvaires successifs (L1–L3) entre février et juillet, période durant laquelle la croissance et les dégâts sont maximaux (Ehsine *et al.* 2019).

Entre août et septembre, la larve passe aux stades pré-nympheal et nympheal, caractérisés par l'arrêt de l'alimentation et la transformation morphologique. L'émergence des adultes a lieu vers septembre–octobre, assurant la reproduction et le maintien d'une génération annuelle (Ehsine *et al.*, 2019 ; Al-Sayed & Al-Tamiemi, 1999).

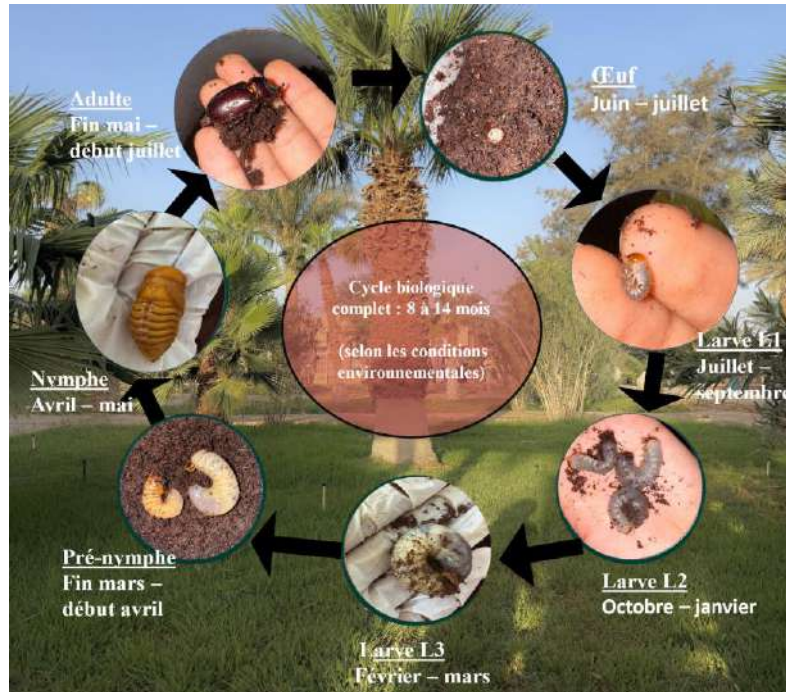


Figure 4 cycle de vie d'*Oryctes agamemnon* (photo prise par: AMIRAT Mordia, 2026).

II.5. Reproduction et développement

Les femelles d'*Oryctes agamemnon* déposent leurs œufs sur des substrats organiques décomposés, comme le fumier et les résidus de palmiers, dans des environnements où l'humidité et la température créent des conditions propices à l'embryogenèse. (Bedford, 1980 ; Lever, 1979 ; Ali et Hama, 2014). Habituellement, la ponte ne s'effectue pas sur les tissus vivants du palmier, ce qui met en évidence le rôle crucial des résidus organiques dans le cycle de reproduction de l'espèce (Bedford, 1980). En général, une trentaine d'œufs sont pondus, mais ce chiffre peut monter à 60 ou 70 œufs en fonction des conditions environnementales (Paulian, 1941 ; Janssens, 1942 ; Lepesme, 1947). Ces œufs sont principalement déposés à la base du stipe et au niveau du collet du palmier (Soltani, 2009). La reproduction ovipariante est fortement influencée par la qualité du lieu de ponte, l'approvisionnement en nourriture et surtout le niveau d'humidité (Soltani, 2004). L'espèce se développe par un processus holométabole, qui inclut les phases successives d'œuf, de larve, de pré-nymphe, de nymphe et d'adulte (Bedford, 1980).

II.6. Conditions favorables au développement

L'évolution d'*Oryctes agamemnon* est influencée par des facteurs abiotiques et biotiques spécifiques, tels que la température, l'humidité et les caractéristiques du substrat. En général, les températures idéales pour le développement oscillent entre 26 et 32 °C, ce qui favorise une croissance rapide des stades juvéniles et diminue la durée du cycle biologique (Ehsine *et al.*, 2019 ; CABI, 2023).

L'humidité joue aussi un rôle crucial en tant que facteur limitant, avec des conditions optimales dans des environnements caractérisés par une forte humidité du substrat, souvent évaluée entre 60 et 80 %, essentielle pour la survie des œufs et le développement des larves (2004, Soltani ; 2023, CABI).

Le choix du substrat est primordial, les lieux riches en matière organique décomposée, tels que le fumier, le compost et les résidus de palmier (stipe et collet), étant les principaux endroits pour la ponte et le développement des larves (Lever, 1979 ; Ali & Hama, 2014 ; Khalaf *et al.*, 2013).

De plus, le développement est influencé par l'interaction entre la température, l'humidité et la quantité de matière organique disponible, affectant à la fois la survie des stades juvéniles et la rapidité du cycle biologique (Bedford, 1980 ; CABI, 2023).

Le vol des adultes contribue à la dispersion de l'espèce, mais cette dernière est largement accentuée par les actions humaines, en particulier le déplacement de matières organiques porteuses d'infestations qui favorisent l'apparition de nouveaux centres d'infestation (Ali et Hama, 2014 ; Khalaf *et al.*, 2013)

II.7. Les cultivars de palmier les plus sensibles

Le cultivar Deglet Nour est la plus sensible à *Oryctes agamemnon*, étant fréquemment associée à des niveaux d'infestation élevés dans les oasis tunisiennes *et algériennes* (Soltani *et al.*, 2008). En revanche, les cultivars Alig et Khouat Allig présentent une infestation relativement moindre, suggérant une susceptibilité modérée comparée à Deglet Nour (Kadri *et al.*, 2024). Les cultivars locaux traditionnels sont généralement moins affectés, bien que leur sensibilité varie selon les caractéristiques morphologiques et les pratiques culturelles propres à chaque cultivar (Khoualdia et Rhouma, 1997). Sur le terrain, Deglet Nour reste dominante dans les zones les plus touchées, tandis

que les autres cultivars subissent des attaques moins importantes, sans qu'aucune résistance totale n'ait été scientifiquement démontrée à ce jour (Soltani *et al.*, 2008).

II.8. Symptômes et Dégâts de l'*Oryctes agamemnon* sur le palmier dattier

- Symptômes

On peut observer les signes d'une infestation par *Oryctes agamemnon* grâce aux trous et galeries présents sur le tronc et les tiges du palmier dattier. Ces galeries, creusées par les larves et les adultes, sont fréquemment accompagnées de marques semblables à du compost mature, caractéristiques des régions affectées. On peut également trouver des larves au niveau des racines, à une profondeur variant de 20 à 30 cm. Ces marques témoignent de dommages internes dans les tissus des plantes, réduisant graduellement la vigueur de l'arbre (Rais Sana., 2025).

• Dégâts

L'insecte *Oryctes agamemnon* est un ravageur particulièrement destructeur qui s'attaque aux systèmes racinaires et aux tiges des palmiers dattiers. Au stade larvaire, il agit comme un foreur de racines, creusant des tunnels dans les racines respiratoires, le tronc et les bases des frondes, ce qui peut provoquer la mort ou l'effondrement (chute) du palmier. Les adultes causent également des dommages en perforant les bases des frondes (figure 5), et les régimes de fruits, tout en se nourrissant de sève, de nectar et de fruits. Ces infestations sont particulièrement problématiques lors de l'établissement de jeunes vergers, entraînant des pertes agricoles et économiques considérables en raison de la longue période de développement des larves (El-Shafie, 2012).



Figure 5 : Dégâts d'*Oryctes agamemnon arabicus* sur les palmiers dattiers en Irak ; A : Palmiers morts avec partie de la couronne tombée, B : Tunnel creux longitudinal à

II.9. Méthodes de lutte utilisées

II.9.1. Lutte biologique

L'utilisation de micro-organismes pathogènes est une voie privilégiée. Les champignons entomopathogènes tels que *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana* ont démontré une efficacité remarquable, capable de causer un taux de mortalité de 100 % chez les larves d'*O. agamemnon arabicus* en conditions de laboratoire après 29 jours (Khudhair *et al.* 2015). Le champignon *Lecanicillium lecanii* a également été testé, bien que sa virulence soit généralement inférieure à celle des deux autres espèces (Saleem et Ibrahim, 2019) (figure 6). Par ailleurs, l'utilisation de nématodes entomopathogènes comme *Rhabditis blumi* s'avère prometteuse ; des tests ont montré qu'ils pouvaient réduire la densité de population larvaire de 45,8 % à 59,6 % après injection dans le tronc des palmiers.

En complément de ces approches biologiques, les extraits végétaux représentent une alternative écologique de plus en plus étudiée. Les extraits hydroéthanoliques de *Nerium oleander* et *Cleome amblyocarpa*, ainsi que leur mélange, ont montré une activité insecticide notable contre les larves d'*Oryctes agamemnon*, en provoquant une augmentation significative du taux de mortalité et des altérations morphologiques et physiologiques des larves traitées (Zerzour *et al.* 2025).

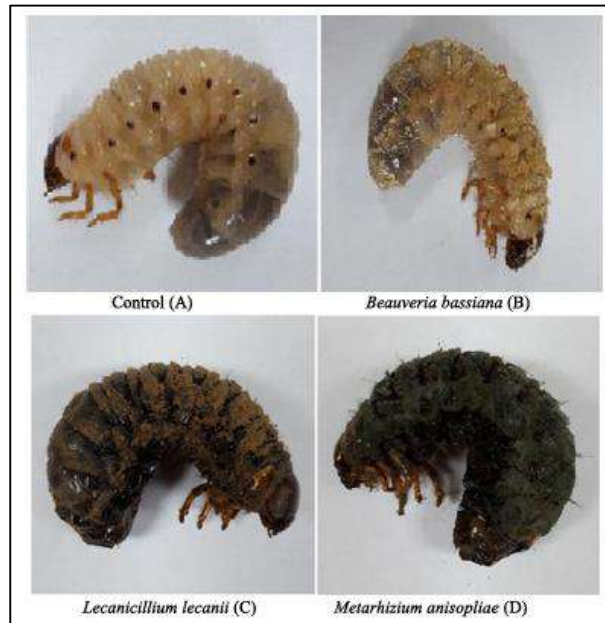


Figure 6 : Mycelial growth on mycotic larval cadavers of *Oryctes agamemnon* that died due to infection with EPF isolates: *control* (a), *Beauveria bassiana* (b), *Lecanicillium lecanii* (c), and *Metarhizium anisopliae* (d)

II.9.2. Lutte physique

Les pièges lumineux (comme les modèles Magna fournis par Russell IPM) constituent une méthode de lutte physique et de surveillance efficace pour supprimer les populations adultes (Alyousuf *et al.* 2020). En diffusant une lumière d'une longueur d'onde de 350 à 420 nm, ces pièges capturent les adultes nocturnes (figure 7), ce qui permet de réduire significativement leur densité sur plusieurs années grâce à un piégeage séquentiel pendant leur période d'activité maximale entre avril et novembre (Alyousuf *et al.* 2020).



Figure 7: Piège lumineux solaire, utilisé pour la surveillance et le contrôle des espèces d'*Oryctes* dans les vergers de palmiers dattiers en Irak (Khalaf *et al*, 2012)

II.9.3. Lutte chimique

Bien que difficile en raison de la biologie du ravageur qui s'abrite profondément dans les racines et les troncs, la lutte chimique a été tentée avec des substances comme le carbofurane, le thiaméthoxame et l'imidaclopride (Saleem et Ibrahim, 2019). Les études suggèrent que la méthode par injection dans le tronc est plus efficace que l'arrosage (drench) pour atteindre les larves, atteignant parfois une mortalité de 85,8 % à 100 %.

II.9.4. Lutte intégrée

La lutte contre *Oryctes agamemnon* repose principalement sur une approche de gestion intégrée des ravageurs (GIR), qui combine des mesures préventives, mécaniques, biologiques et chimiques. Le nettoyage régulier des palmeraies, par l'élimination des débris organiques, des troncs morts et des tissus végétaux en décomposition, est essentiel pour réduire les sites de ponte et le développement larvaire. L'utilisation de pièges lumineux et de phéromones permet également de surveiller les populations d'insectes adultes et contribue à réduire les niveaux d'infestation. De plus, les programmes de GIR intègrent de plus en plus d'agents biologiques, notamment des champignons entomopathogènes et des agents microbiens, afin de limiter le recours excessif aux

pesticides chimiques et de minimiser leur impact environnemental (Bedford, 2013 ; Al-Deeb *et al.*, 2012 ; Wakil *et al.*, 2015).

II.9.5 Limites des méthodes conventionnelles

Les méthodes conventionnelles de lutte contre *Oryctes agamemnon* reposent principalement sur les traitements chimiques et les pratiques culturales simples, mais elles présentent plusieurs limites importantes. L'utilisation répétée d'insecticides peut entraîner le développement de résistances chez les populations de ravageurs ainsi que des effets négatifs sur les organismes non ciblés et l'environnement (Bedford, 1980 ; CABI, 2023).

De plus, ces méthodes montrent souvent une efficacité limitée lorsque les larves sont protégées dans le sol ou dans des substrats organiques difficiles d'accès, ce qui réduit l'action directe des traitements (Lever, 1979 ; Waterhouse *et al.*, 1987).

Les pratiques culturales seules (nettoyage des débris, élimination des foyers) sont également insuffisantes si elles ne sont pas appliquées de manière rigoureuse et continue, en raison de la forte capacité de dispersion et de recolonisation de l'espèce. (Ali & Hama, 2014 ; Khalaf *et al.*, 2013).

Enfin, le coût et la dépendance aux intrants chimiques limitent l'adoption durable de ces méthodes dans les systèmes agricoles à long terme (CABI, 2023).

CHAPITRE III :

Présentation des plantes étudiées

III.1. *Nerium oleander*

III .1.1. Classification botanique

Le laurier-rose (*Nerium oleander* L.) est une plante très connue, toxique, ornementale et utile. Le genre Nerium a été d'abord établi par Turner puis pris par Linné sous le nom de Nerium. Actuellement, il est vu comme un genre avec une seule espèce, *N. oleander* L. Cette espèce a au moins 47 autres noms botaniques, les plus importants étant *N. indicum* Mill., *N. odoratum* Lam., *N. odorum* Sol. et *N. verecundum* Salisb (Dafni *et al.*, 2026), Il fait partie de la famille des Apocynacées et du genre Nerium.

Il y a plus de 400 variétés différentes de *N. oleander* cultivées dans les régions chaudes ce qui prouve leurs usages variés . Seule sa sensibilité au froid et au gel limite son utilisation . Bien que les variétés cultivées présentent des caractéristiques morphologiques diverses cette espèce à l'état sauvage affiche peu de diversité en raison de sa capacité d'autofécondation et de faible pollinisation croisée par les insectes (Kumar *et al.*, 2017).

Règne :	Plantae
Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Eudicotylédones
Ordre :	Gentianales
Famille :	Apocynaceae
Genre :	<i>Nerium</i>
Espèce :	<i>Nerium oleander</i> L (Abdenmour <i>et al.</i> , 2024).

Nerium est actuellement classé comme un genre monotypique.

Synonymes : Cette plante a beaucoup de synonymes traditionnels basés sur des classifications anciennes ou régionales, telles que *Nerium indicum*, *Nerium odoratum* et *Oleander vulgaris*.

Les plantes de ce genre, y compris l'oleander, sont reconnues par la libération de la sève laiteuse lors de la coupe des branches ou des feuilles. Ils se distinguent également par la présence d'hétérosides cardiotoniques dans leurs feuilles, qui ont un effet toxique sur le cœur humain. Au moins 400 types différents de plantes ont été identifiés, avec des différences phénotypiques sur plusieurs aspects, comme la couleur des fleurs (comprise entre blanc, rouge, rose, jaune et pêche), les propriétés de feuilles et la toxicité. Les recherches montrent qu'il y a une relation positive entre la couleur des fleurs et leur toxicité (Figure 8) ; les fleurs rouges contiennent une quantité plus élevée de glycosides de coeurs que les fleurs blanches (Bouabidi *et al.*, 2025).



Figure 8: les Six cultivars de *N. oleander*: a) *N. oleander* with double dark pink flowers and variegated leaves; b) *N. oleander* with red flowers; c) *N. oleander* with simple light pink flowers; d) *N. oleander* with double white flowers; e) *N. oleander* with pink flowers; f)

III.1.2. Description morphologique

Nature de la plante : Il s'agit d'un arbuste à feuillage persistant et à croissance rapide (Figure 9).

Feuilles et structures : les feuilles du *N. oleander* sont coriaces et recouvertes d'une épaisse couche cireuse appelée cuticule qui les protège.

Surface de l'épiderme et trichomes : les parois latérales des cellules épidermiques (parois anticlinales) sont lisses, non ondulées. La surface de l'épiderme est couverte de trichomes. Adaptation à la sécheresse (stomates) : la plante a des caractéristiques xéromorphes très claires ; les stomates ne se voient pas en relief sur la surface mais sont cachés dans des creux ou cavités profondes sur le dessous des feuilles appelées cryptes stomatiques. Ces cryptes ont des poils microscopiques pour diminuer la perte d'eau et résister à la sécheresse.

Nerve centrale et pétiole : la nervure centrale apparaît dans la section du pétiole sous forme d'un croissant (Sargin, 2021).



Figure 9: l'arbuste de *Nerium oleander* (photo credit: AMIRAT Asia, 2026).

III.1.3. Répartition géographique

Elle pousse généralement dans les lits des rivières, entre 1 500 et 2 500 mètres d'altitude, mais elle est aujourd'hui largement cultivée et adaptée aux régions tropicales, subtropicales et tempérées (Dafni *et al.*, 2026). Cependant, sa capacité à s'étendre en altitude est limitée par le changement climatique et la baisse des températures (Celik *et al.*, 2025). Cette plante est originaire de la région méditerranéenne, du sous-continent indien et de l'ouest de la Chine. Géologiquement, et plus précisément durant le Miocène, sa présence autour du bassin méditerranéen est attestée. On la trouvait à l'état sauvage le long des côtes méditerranéennes, jusqu'en Asie centrale et du Sud-Est. Plus tard, elle s'est répandue comme plante ornementale par naturalisation et culture dans les régions tropicales et tempérées, notamment en Asie, en Europe, en Amérique du Nord et en Amérique du Sud. où elle était prisée comme plante ornementale. Elles sont concentrées sur la côte de la mer Noire et dans les montagnes de l'Atlas en Afrique, au Yémen, en Irak, en Afrique du Nord, et jusqu'en Andalousie (Dafni *et al.*, 2026).

III.1.4. Composition chimique

Selon Farkhondeh *et al.* (2020) et Redha. (2020) le *N. oleander*, a une composition phytochimique très riche et variée. Il contient beaucoup de métabolites secondaires qui ont une activité biologique. Plusieurs études phytochimiques ont montré que les principaux composés trouvés dans cette plante sont :

- Glycosides cardiaques et cardénolides : l'oléandrine, la digitoxigénine, le kanéroside, le nérizoside, le néritaloside et l'odoroside-H. Ces derniers sont responsables de la grande toxicité de la plante ainsi que certaines propriétés pharmacologiques.
- Composés phénoliques : divers polyphénols flavonoïdes acides phénoliques comme l'acide 3-O-caféoylquinique et l'acide 5-O-caféoylquinique connus pour leurs propriétés antioxydantes.
- Tanins et saponines : activités antimicrobiennes et défensives de la plante.
- Terpénoïdes et stéroïdes : métabolites secondaires jouant un rôle important dans les activités biologiques ainsi que protection contre stress environnementaux.
- Alcaloïdes et coumarines : en quantités variables selon les organes végétaux ainsi que conditions environnementales.

- Acides organiques et lipidiques : avec l'acide oléandrique plus certains acides gras essentiels comme oméga-3.
- Vitamines naturelles antioxydantes comme α -tocophérol (vitamine E) qui contribue à l'activité antioxydante de la plante.

Cette richesse en composés bioactifs donne à *N. oleander* un large éventail d'activités biologiques potentielles, notamment des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anticancéreuses.

III.1.5. Propriétés biologiques et insecticides

Des études récentes ont prouvé que *N. oleander* a beaucoup de propriétés biologiques et insecticides grâce à sa richesse en composés bioactifs (Pandey *et al.*, 2024). Les extraits de cette plante montrent des propriétés anti-inflammatoires, analgésiques, antioxydantes, antimicrobiennes, antivirales et anticancéreuses avec la capacité d'induire l'apoptose dans les cellules cancéreuses (Sharma *et al.*, 2023).

Il a aussi montré une grande activité insecticide ce qui fait de lui une alternative naturelle possible aux pesticides chimiques. Les extraits de la plante surtout les extraits méthanoliques et aqueux ont une forte toxicité contre beaucoup d'insectes ravageurs. Ces extraits agissent à différents niveaux : un effet larvicide par inhibition du développement normal, un effet insecticide contre les adultes avec des taux de mortalité élevés et un effet répulsif en réduisant l'attraction des insectes et leur alimentation sur les cultures ou marchandises stockées. Ils ont montré une efficacité remarquable contre les ravageurs des grains stockés surtout le tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*) avec des taux très élevés observés selon la concentration du pesticide et le temps d'exposition. L'efficacité de l'insecticide augmente généralement avec la dose confirmant un effet toxique dose-dépendant. Cette efficacité est due à la richesse de la plante en composés bioactifs. En plus son action contre les ravageurs des grains stockés *N. oleander* s'est révélé efficace contre certaines espèces de moustiques et d'autres insectes nuisibles ce qui renforce son intérêt dans la lutte biologique intégrée contre les ravageurs (Al-Ansi *et al.*, 2023 ; Pandey *et al.*, 2024).

III.1.6. Travaux antérieurs sur utilisation de *N. oleander* en lutte biologique

De nombreuses études antérieures ont prouvé que le laurier-rose (*N. oleander*) a un rôle très important dans la lutte biologique contre un grand nombre de ravageurs agricoles. Des recherches en laboratoire ont montré que les extraits de feuilles (aqueux, alcooliques et méthanoliques) provoquent des taux de mortalité élevés chez les insectes nuisibles aux denrées stockées comme *Tribolium castaneum* et *Trogoderma granarium*. Ces extraits affectent le développement larvaire en empêchant l'achèvement du cycle de vie et agissent comme répulsif en réduisant l'alimentation des insectes sur les grains traités (Omer & Taha, 2014). D'autres études ont montré que les extraits du *N. oleander* produisent des effets toxiques directs par contact ou ingestion, augmentant les taux de mortalité de façon concentration-dépendante et durée-dépendante (Al-Ansi *et al.*, 2023).

En plus, *N. oleander* a été trouvé efficace contre certains insectes suceurs de sève comme les pucerons, ce qui aide à diminuer la densité d'infestation dans les systèmes agricoles surtout quand il est utilisé dans le cadre de stratégies de lutte intégrée (LI). Quelques études ont aussi montré que l'introduction de plantes compagnes dans le milieu agricole réduit la propagation des ravageurs ce qui renforce l'utilisation du *N. oleander* comme source naturelle de phytoncides dans les écosystèmes agricoles modernes (Madeira *et al.*, 2022).

III.2. *Cleome amblyocarpa* (Nettil)

III.2.1. Classification botanique

L'espèce appartient au règne des Plantae, division des Tracheophyta, classe des

Dicotyledoneae, ordre des Brassicales et famille des Cleomaceae (Ali & Amar, 2020) (Tableau 3).

Le genre *Cleome* comprend environ 200 espèces adaptées aux régions tropicales et arides (Moustafa *et al.*, 2026).

Division	Trachéophytes
Classe	Dicotyledoneae.
Subdivision	Spermatophytina
Ordre	Brassicales
Famille	Cleomaceae
Genre	<i>Cleome</i>

Espèces *amblyocarpa*.

III.2.2. Description morphologique

La *C. amblyocarpa* est une plante annuelle qui peut grandir jusqu'à 50 à 80 cm de hauteur (Al-Qudah *et al.*, 2025). Elle a une tige verticale et ramifiée recouverte de poils glanduleux. Les feuilles sont disposées de manière alternée et présentent une forme trifoliée, tandis que les fruits se caractérisent par des capsules allongées renfermant de nombreuses graines (figure 10). Les recherches anatomiques ont révélé une quantité importante de trichomes glandulaires et un mésophylle dense qui contribuent à minimiser les pertes d'eau dans les environnements arides (Soliman *et al.*, 2019).

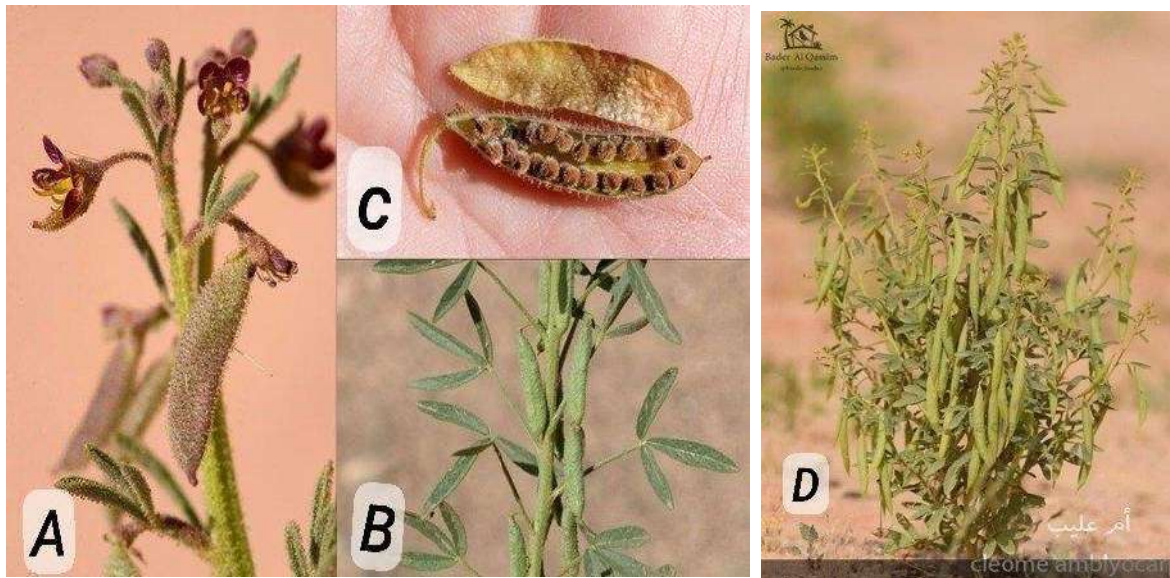


Figure 10 : A Fleur et jeune gousse de *Cleome amblyocarpa*; B Tige et feuilles de *Cleome amblyocarpa* c : Fruit (gousse ouverte contenant les graines) D : Vue générale / port végétatif de *Cleome amblyocarpa*

III.2.3. Répartition géographique

C. amblyocarpa est largement distribué dans les zones arides de l'Afrique du Nord et de la péninsule Arabique. Elle est présente notamment en Algérie, Égypte, Libye, Tunisie, Soudan,

Arabie Saoudite, Irak et Émirats Arabes Unis. La plante colonise principalement les sols sableux et graveleux des régions désertiques (El-Ayouty *et al.*, 2024).

III.2.4. Composition chimique

La recherche phyto-chimique effectuée sur *C. amblyocarpa* a révélé la présence d'une multitude de métabolites secondaires qui appartiennent à diverses classes chimiques, y compris les flavonoïdes, les terpènes, les alcaloïdes, les saponines, les stérols et les composés phénoliques. On a identifié plusieurs composés, dont le lupeol, le taraxastérol, la génistine et divers glycosides flavonoïdiques. Ces composés sont connus pour leurs qualités biologiques et leur importance dans les systèmes de défense de la plante face aux conditions environnementales adverses et aux attaques biologiques (El-Ayouty *et al.*, 2024).

Comme le soulignent (Soliman *et al.*, 2019), les conditions de stress hydrique stimulent aussi la production de métabolites lipophiles et de cires protectrices, qui contribuent à réduire les pertes d'eau et à l'adaptation des plantes aux environnements arides.

III.2.5. Activités biologiques et insecticides

Les composés de *C. amblyocarpa* présentent diverses activités biologiques significatives. Des recherches ont établi que les composés phénoliques, flavonoïdes et terpéniques de la plante possèdent principalement des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antifongiques et antiparasitaires (El-Ayouty *et al.*, 2024).

Les extraits hydro-alcooliques ont aussi démontré une action cytotoxique contre certaines cellules cancéreuses, suggérant un potentiel pharmacologique prometteur. De plus, divers métabolites secondaires générés par la plante contribuent à sa protection naturelle contre les microorganismes nuisibles et les insectes phytophages. Les actions insecticides notées seraient associées entre autres à la présence de terpènes, de stérols et d'autres composés bioactifs capables d'influer sur le développement ou la survie des insectes nuisibles (El-Ayouty *et al.*, 2024).

Selon (Soliman *et al.*, 2019), les trichomes glandulaires et les composés lipophiles produits en situation de sécheresse ont aussi une fonction protectrice face à la chaleur élevée et à divers agents infectieux.

III.2.6. Travaux antérieurs sur son utilisation en protection des végétaux

Des recherches effectuées sur *C. amblyocarpa* ont mis en évidence la présence de divers métabolites secondaires bioactifs dans cette espèce, y compris des terpènes, des flavonoïdes et des

composés phénoliques qui pourraient avoir un rôle protecteur pour les plantes (El-Ayouty *et al.*, 2024).

D'après Abd-ElGawad *et al.* (2021), l'huile essentielle extraite de la plante contient une forte concentration en sesquiterpènes comme le caryophyllène oxide et le trans-caryophyllène, et a une action allélochimique significative contre certaines mauvaises herbes. Cela indique sa possibilité d'être utilisée comme bio-herbicide naturel. On a également signalé des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et insecticides, suggérant l'opportunité d'exploiter cette plante dans les approches de contrôle biologique et la création de bio-pesticides végétaux (El-Ayouty *et al.*, 2024).

Chapitre V :

les biopesticides

végétaux

V.1. Définition d'un bio-pesticide végétal

Les bio-pesticides sont des matières naturelles employées pour combattre les organismes nuisibles. Ils peuvent provenir de plantes, de micro-organismes ou de substances biologiquement actives générées naturellement. Les bio-pesticides végétaux sont des substances actives à base de plantes renferment des composés secondaires comme les alcaloïdes, terpènes, phénols et flavonoïdes, qui peuvent avoir un impact toxique ou perturbateur sur les insectes nuisibles (Isman, 2006).

V.2. Importance des substances naturelles dans la protection des végétaux

En raison de leur biodégradabilité et de leur minimal impact sur l'environnement, les substances naturelles jouent un rôle crucial dans les approches de protection intégrée des cultures. À la différence des pesticides chimiques, elles sont généralement moins toxiques pour les organismes non visés et contribuent à réduire la contamination des sols et de l'eau (Regnault-Roger *et al.*, 2012). Par ailleurs, la variété chimique diminue le danger de l'émergence d'une résistance chez les insectes nuisibles (Pavela & Benelli, 2016).

V.3. Modes d'action des extraits végétaux sur les insectes

V.3.1. Effet insecticide

Quelques extraits de plantes ont une action insecticide directe qui entraîne la mort des insectes par contact, ingestion ou inhalation. Cette toxicité est associée à des métabolites secondaires qui peuvent affecter le système nerveux, respiratoire ou digestif des insectes (Isman, 2006).

V.3.2. Effet répulsif

Un grand nombre de plantes fabriquent des composés volatils qui jouent le rôle de répulsifs, tenant ainsi les insectes à distance des plantes hôtes. Ces composés altèrent les processus de détection olfactive et comportementale des nuisibles (Nerio *et al.*, 2010).

V.3.3. Effet anti-alimentaire

Les extraits de plantes peuvent aussi avoir un effet de suppression de l'appétit en diminuant ou en empêchant la consommation alimentaire des insectes. Cela conduit à une réduction de la croissance, de la survie et de la reproduction des nuisibles (Mordue & Nisbet, 2000).

V.3.4. Effet inhibiteur de croissance

Quelques composés végétaux perturbent les hormones qui régulent la croissance et la mue chez les insectes. Ces perturbations entravent donc le développement larvaire et peuvent empêcher la transition vers les stades nymphal et adulte (Senthil-Nathan, 2013).

V.4. Avantages et limites des extraits végétaux

Les extraits de plantes offrent de nombreux atouts, comme leur biodégradabilité, leur faible toxicité pour l'environnement et leur adéquation avec les programmes de lutte intégrée (Pavela & Benelli, 2016). Toutefois, leur efficacité peut fluctuer en fonction des conditions environnementales, de la concentration employée et de la composition chimique des extraits. Leur faible durabilité et le manque de normalisation sont également des contraintes notables (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

V.5. Exemples de plantes utilisées en lutte biologique

Azadirachta indica (Neem), l'une des espèces les plus examinées, est réputée pour sa concentration élevée en azadirachtine qui confère des caractéristiques biologiques importantes (Benelli *et al.*, 2017). Les genres *Eucalyptus* et *Artemisia* se distinguent aussi par leurs huiles essentielles chargées en composés volatils qui sont à l'origine de multiples activités biologiques (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

Dans les régions sèches, *Nerium oleander* se fait remarquer par sa forte teneur en glycosides cardiaques et en composés phénoliques, qui ont été largement examinés pour leurs caractéristiques biologiques. Tout comme *Cleome amblyocarpa*, une plante spontanée des zones sahariennes, qui renferme un éventail de métabolites secondaires, notamment les flavonoïdes et les terpénoïdes. Ceci lui donne une valeur potentielle dans le domaine de la chimie des produits naturels et pour l'exploitation des extraits végétaux (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

Partie II :

Expérimentation

CHAPITRE I :

Matériel et méthodes

Le but

Cette étude vise à déterminer la concentration minimale efficace d'extraits hydro-alcooliques de *Cleome amblyocarpa* et de *Nerium oleander* L., seuls ou en association, pour lutter contre les larves du ravageur du palmier dattier, *Oryctes agamemnon*. Cette recherche s'inscrit dans le cadre de la recherche d'alternatives naturelles et sûres aux pesticides chimiques afin de réduire leur toxicité pour l'environnement et la santé publique en Algérie. Elle vise également à valoriser les ressources végétales locales disponibles dans des environnements durables, notamment dans les régions désertiques et semi-arides, contribuant ainsi au développement de solutions économiques.

Par ailleurs, ce travail constitue une continuité des recherches menées par Zerzour *et al.* (2025), qui ont démontré l'activité insecticide de ces extraits vis-à-vis des larves d'*O. agamemnon*. Il vise à approfondir ces résultats en déterminant avec précision les concentrations minimales efficaces nécessaires pour obtenir un effet larvicide significatif, seul ou en combinaison.

I.1. Matériel biologiques**I.1.1. Matières végétales utilisées pour la préparation des extraits hydro-alcooliques**

Dans cette étude, nous avons utilisé des extraits issus du *N. oleander* et de *C. amblyocarpa* ainsi que le mélange entre les deux plantes. Nous avons choisi ces deux espèces en raison de leur statut de végétation indigène désertique qui pousse spontanément et se caractérise par sa capacité à s'acclimater aux conditions difficiles des milieux arides et semi-arides. Cette approche est indispensable pour promouvoir l'utilisation de ressources végétales locales d'une grande valeur biologique. De plus, différentes études ont prouvé que ces deux types de plantes possèdent des caractéristiques biologiques efficaces pour réguler les populations d'insectes néfastes (Isman,2006)

I.1.1.1. Récolte et préparation des plantes

- ***C. amblyocarpa*** : Les parties aériennes de la plante *C. amblyocarpa* ont été récoltées dans la région d'Oued N'sa. Une quantité a été collectée et séchée à l'ombre le 28 octobre 2025, dans la municipalité d'El Hadjira, wilaya de Touggourt.

Les feuilles et les rameaux séchés de la plante ont ensuite été broyés très finement à l'aide d'un broyeur électrique et placés dans des sacs en papier pour les protéger de l'humidité le 19 janvier 2026, dans un endroit bien aéré.

- *N. oleander* : Des parties aériennes de *N. oleander* ont été récoltées. Le 5 janvier 2026 à Rouissat, dans la wilaya d'Ouargla, la matière végétale récoltée a été séchée à l'ombre.

Les feuilles et les rameaux séchés ont ensuite été broyés finement (Figure 11) à l'aide d'un broyeur électrique et conservés dans des sacs en papier à l'abri de l'humidité jusqu'à leur utilisation.



Figure 11: Broyage des deux plantes *N. oleander* L. et *C. amblyocarpa*

I.1.2. Matériel animal

Au cours de notre étude, nous avons utilisé les larves de l'insecte *Oryctes agamemnon*, qui infeste les palmiers dattiers, causant de graves dommages et des pertes financières importantes pour cette ressource (Sana *et al.*, 2025).

I.1.2.1. Méthodes du ramassage des larves

Les larves de l'*oryctes agamemnon* sont ramassées à partir des palmeraies de la région d'Al-Talib Al-Arabi wilaya d'El oued.

Les échantillons ont été prélevés à deux fois

- Première période : le 4 décembre 2025, (figure 12) le temps était caractérisé par une fraîcheur et une sécheresse, avec des brises légères à modérées, sans aucune précipitation notable et des températures oscillant entre 12 et 18 °C pendant que les larves isolées étaient au stade larvaire L2.

- Deuxième période : le 24 mars 2026, à Taleb Larbi, les conditions étaient sèches et caractérisées par des vents modérés, sans aucune précipitation significative et une température oscillant entre 22 et 27 °C.

Quand les larves séparées atteignent le troisième stade de développement L3.



Figure 12: Collecte des larves d'*Oryctes agamemnon* sur terrain

I.1.2.2. Préparation des échantillons

Les échantillons prélevés ont été conservés dans un pot contenant de la terre humide provenant de l'habitat d'origine des larves.

Cette terre renferme des racines de palmier et de fragments de cornef, et maintenue humide en permanence afin de préserver la viabilité des larves (figure 12).

Les échantillons ont été incubés pendant environ deux mois avant l'application des extraits végétaux étudiés.

Au laboratoire, les larves ont été élevées dans un pot de tourbe (figure 13)



Figure 13: larves d'*Oryctes agamemnon* en laboratoire.

I.2. Matériel de laboratoire

I.2.1. Solutions chimiques utilisés

Pour la préparation des extraits végétaux et la détection et le dosage des composés chimiques, les substances chimiques disponibles au laboratoire de l'École normale supérieure de Ouargla, telles qu'indiquées dans le tableau suivant, ont été utilisées (tableau 3).

Tableau 3: le tableau présente les matériaux et les solutions chimiques utilisés.

Matériaux utilisés	Entreprise	niveau de pureté
Éthanol	Biochem chemopharma	99%
Acétate de plomb [$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$]	Biochem chemopharma	99%
Chlorure ferrique (FeCl_3)	Biochem chemopharma	99.9%
Carbonate de sodium (Na_2CO_3)	Biochem chemopharma	99%
Chlorure d'aluminium (AlCl_3)	Biochem chemopharma	99.8%
Crésol ($\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$)	Biochem chemopharma	97%
Phénol ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$)	Biochem chemopharma	99%

Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	Biochem chemopharma	99%
Hydroxyde de sodium (NaOH)	Biochem chemopharma	96% - 98%
Sulfate de cuivre (CuSO ₄)	Biochem chemopharma	98%
Chlorure ferrique (FeCl ₃)	Biochem chemopharma	99%
Iodure de potassium (KI)	Biochem chemopharma	99%
Réactif de Wagner	-	99.8%
Réactif de Mayer	-	99%
Solution de Fehling A	Prolabo	-
Solution de Fehling B	Prolabo	-

I.2.2. Appareils utilisés

Les appareils utilisés dans ce travail sont mentionnés dans le tableau (4).

Tableau 4: Liste des appareils utilisés.

Appareils	Type
Rotary evaporator	Buchi
UV-Spectro photometer	Spactro Scan 80D /DV
Pasteur oven	Titnox
Lyophilisateur	

I.3. Protocole expérimental

I.3.1. Préparation de l'extrait hydroalcoolique de *N. oleander* et de *C. amblyocarpa*

Au cours de ce travail, l'extraction des composés végétaux a été réalisée par macération, une méthode consistant à immerger la matière végétale dans un solvant approprié. Cette technique a été choisie en raison de son efficacité dans l'extraction des composés bioactifs. Selon Plaskova et Mlcek (2023), dont l'étude confirme que les extraits hydroalcooliques présentent un rendement supérieur aux extraits aqueux seuls.

Les extraits hydroalcooliques de *N. oleander*, de *C. amblyocarpa* ainsi que leur mélange ont été préparés selon le même protocole d'extraction. Le mélange était constitué de proportions égales des deux plantes, soit 50 % de *Cleome amblyocarpa* et 50 % de *Nerium oleander*.

L'opération d'extraction a été précédée par une étape de délipidation afin d'éliminer les matières grasses susceptibles d'influencer le rendement et la composition des extraits (Harborne, 1998) , 90 g de poudre végétale ont été macérés dans 900 ml de chloroforme pendant 20 heures afin d'éliminer les matières grasses) solide/solvant de 1:10 (m/v). Après filtration, les résidus végétaux ont été soumis à une macération dans un mélange éthanol/eau (7/3) dans des flacons opaques, stériles et hermétiquement fermés afin de protéger les composés extraits de la lumière et des contaminations extérieures. Après 24 heures de macération, les solutions ont été filtrés sur papier filtre Whatman. Cette opération a été répétée trois fois afin de maximiser l'extraction des principes actifs et d'obtenir un rendement optimal. Les filtrats obtenus ont ensuite été concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40 °C pour éliminer l'éthanol, puis lyophilisés afin d'éliminer l'eau résiduelle et d'obtenir les poudres d'extraits bruts (Harborne, 1998 ; Azmir *et al.*, 2013). Les différentes étapes de préparation sont illustrées dans (Figure 14).

I.3.2. Estimation quantitative du rendement de l'extraction

Le rendement d'extraction (%) a été calculé pour *N. oleander*, *C. amblyocarpa* et leur mélange, sur la base du rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu après évaporation du solvant et la masse initiale de la matière végétale utilisée lors du processus d'extraction, selon l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
 & \text{Rendement d'extraction (\%)} \\
 &= \frac{\text{Masse de l'extrait sec (g)}}{\text{Masse initiale de la matière végétale (g)} \times \text{Temps d'extraction (h)}} \times 100
 \end{aligned}$$

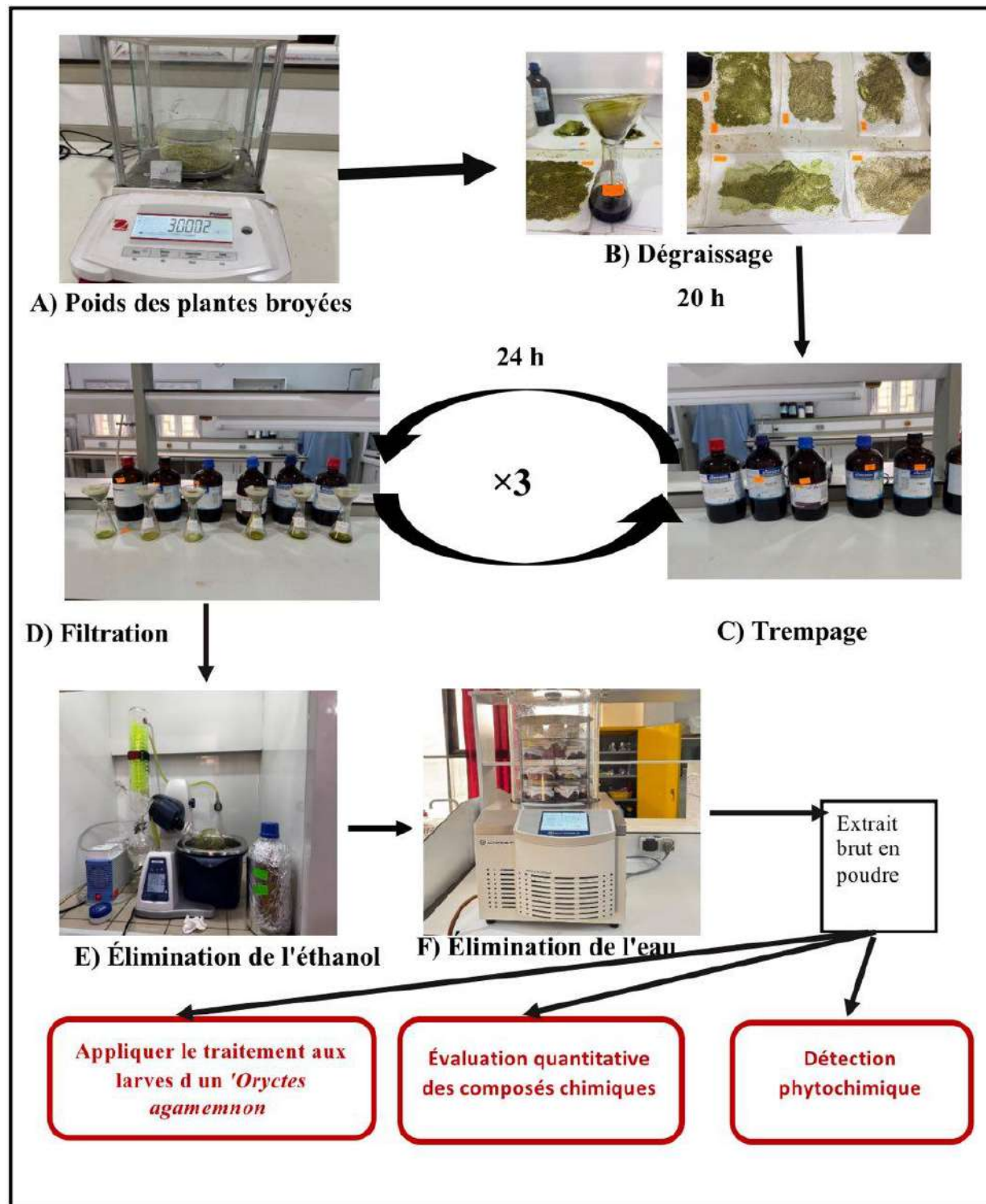


Figure 14 : Schéma des étapes suivies dans le processus de préparation des extraits des plantes étudiées et leurs diverses utilisations.

I.3.3. Criblage des composés actifs dans les extraits végétaux

Pour l'analyse chimique préliminaire des extraits de plantes, une série de tests qualitatifs utilisant des réactifs colorés a été appliquée. Ces tests avaient pour but d'identifier les composés actifs et de confirmer leur présence ou absence dans les extraits analysés. Cela se basait sur les changements de couleur typiques qui résultent de l'interaction entre ces réactifs et divers composants chimiques (Harborne, 1998).

I.3.3.1. Test des glycosides

Dans un tube à essai, ajouter 2 ml d'extrait hydroalcoolique et 2 ml d'un mélange à parts égales des solutions A et B de Fehling. Dans un bain d'eau chaude. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence de glycosides (Matthew *et al.*, 2012).

I.3.3.2. Test des protéines

Ajouter 1 ml d'hydroxyde de sodium à 4 % et 1 ml de sulfate de cuivre à 1 % à 3 ml d'extrait éthanolique. Un changement de couleur vers le violet ou le rose indique la présence de protéines (Matthew *et al.*, 2012).

I.3.4. Détection phytochimique des métabolites secondaires

I.3.4.1. Test des flavonoïdes

Ajouter 1 ml de solution d'acétate de plomb à 10 % à 1 ml d'extrait hydroalcoolique. La formation d'un précipité jaune indique la présence de flavonoïdes (Matthew *et al.*, 2012).

I.3.4.2. Test des stéroïdes

Mélanger 2 ml d'extrait hydro-éthanolique avec 2 ml de chloroforme, puis ajouter 2 ml d'acide sulfurique concentré. L'apparition d'une coloration rouge indique la présence de stéroïdes (Matthew *et al.*, 2012).

I.3.4.3. Test des saponines

Introduire 5 ml d'extrait hydro-éthanolique dans un tube à essai et agiter quelques secondes. Cesser l'agitation et laisser reposer 15 minutes. L'apparition d'une mousse stable indique la présence de saponines (Matthew *et al.*, 2012).

I.3.4.4. Test des terpénoïdes

Ajouter 5 ml d'extrait hydro-éthanolique à 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄). La formation de deux couches et une coloration brune à leur intersection indiquent la présence de terpénoïdes (Mathew *et al.*, 2012).

I.3.4.5. Test des glycosides cardiaques

Ajouter 1 ml d'extrait hydro-éthanolique, puis 1 ml d'acide acétique, suivi de 2 gouttes de chlorure ferreux. Enfin, ajouter 1 ml d'acide sulfurique concentré. L'apparition d'une couche rougeâtre au fond, d'une couche bleu-vert au-dessus et d'une coloration brune à leur intersection indique la présence de glycosides cardiaques (Mathew *et al.*, 2012).

I.3.4.6. Test des tanins

Ajouter 0,5 ml de chlorure ferreux à 1 % à 1 ml d'extrait éthanolique. Une coloration verte ou bleu-noir indique la présence de tanins (Mathew *et al.*, 2012).

I.3.4.7. Test des triterpènes

Ajouter 5 gouttes d'acide sulfurique concentré à 2 ml d'extrait hydro-éthanolique. L'apparition d'une coloration verte indique la présence de triterpènes (Iqbal, 2012).

I.3.4.8. Test des alcaloïdes

Préparer une solution en dissolvant 0,13 g d'iode et 0,2 g d'iodure de potassium (KI) dans 10 ml d'eau distillée. Prélever 2 ml de cette solution et les ajouter à 1 ml d'extrait hydro-éthanolique. L'apparition d'une coloration brune indique la présence d'alcaloïdes (Iqbal, 2012).

I.3.5. Dosage des composés chimiques

I.3.5.1. Dosage des composés phénoliques totaux

I.3.5.1.1. Dosage des composés phénoliques

La teneur totale en composés phénoliques a été déterminée selon la méthode de Folin-Ciocalteu. Dans cette procédure, 100 μL de chaque extrait ont été mélangés avec 0,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu (10 %). Après 2 minutes, 2 mL de solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) ont été ajoutés. Le mélange a ensuite été incubé à l'obscurité à 25 °C pendant 30 minutes. L'absorbance a été mesurée à 760 nm, conformément à la méthode décrite par (Ullah *et al.*, 2025).

I.3.5.1.2. Préparation des solutions étalons

Une solution aqueuse d'acide gallique (0,03–0,3 g/L) a été utilisée comme standard pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Pour cela, 0,1 mL de chaque solution standard ont été traités de la même manière que les échantillons. La concentration totale en composés phénoliques a été exprimée en équivalents d'acide gallique (EAG), à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage suivante :

$$Y=3,5878X$$

La concentration en composés phénoliques a été exprimée en mg d'équivalent acide gallique par mL d'extrait à l'aide de l'équation suivante :

$$C \text{ (mg/ml)} = (Y/3.5878) \times N$$

C : Concentration totale en composés phénoliques (mg/ml). Y : Absorbance à 760 nm.

Nd : Nombre de dilutions des extraits.

I.3.5.2. Quantification des flavonoïdes totaux (TFC)

3.5.2.1. Dosage des composés flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes totaux (TFC) de chaque extrait a été déterminée par la méthode au chlorure d'aluminium (AlCl_3), selon le protocole de (Douglas, 1998). Dans cette procédure, 150 μL de chaque extrait ont été mélangés avec 1,5 mL de solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 2 %. Le mélange a été incubé à l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes, puis l'absorbance a été mesurée à 430 nm, conformément à (Otabor *et al.*, 2025).

I.3.5.2.2. Préparation des échantillons

Une solution étalon de quercétine a été préparée à des concentrations comprises entre 0,003 et 0,03 g/L afin d'établir la courbe d'étalonnage. 1,5 ml des solutions étalons ont été traités selon le même protocole que celui utilisé pour la préparation des échantillons, à l'aide de chlorure d'aluminium (AlCl_3) et dans les mêmes conditions expérimentales.

La concentration totale en flavonoïdes a été exprimée en équivalents de quercétine (QUE), à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage suivante :

$$Y=44.6X$$

La concentration en flavonoïdes, exprimée en mg d'équivalent quercétine par ml d'extrait, est donnée par la relation suivante :

$$C \text{ (mg/ml)} = (Y/44.6) * N$$

Y : Absorbance à 430 nm

C : Concentration en flavonoïdes totaux (mg/ml)

Nd : Nombre de dilutions des extraits

I.3.6. Test de l'effet insecticide des extraits contre les larves d'*Oryctes agamemnon*

I.3.6.1. Milieu de l'élevage des larves

I.3.6.1.1 Méthode de préparation de la tourbe

Selon l'étude de Zerzour *et al.* (2025) et Ghanem *et al.* (2025) les larves *O. agamemnon* élevées sur des fibres de palmier dattier broyées (cornf). Nous avons broyé un ensemble de racines et de cornef de palmier à l'aide d'un broyeur électrique pour obtenir de la tourbe, qui a été stérilisée dans

un four Pasteur à 120 °C pendant 15 minutes et conservée dans des récipients en plastique (figure 15).



Figure 15 : La tourbe est stérilisée dans un four Pasteur.

I.3.6.2. Traitements utilisés

Comme indiqué dans plusieurs études, les concentrations des extraits utilisés lors de l'expérience varient. Le protocole repose d'abord sur le test de l'extrait brut à 100 %, puis sur le test de différentes concentrations diluées du même extrait, telles que 20 %, 30 % et 50 % (Al-Dawsari *et al.*, 2020 ; Al-Shuraym *et al.*, 2020 ; El Namaky *et al.*, 2020). Dans notre étude, nous avons sélectionné des concentrations de 1 %, 10 %, 25 % et 50 % pour le traitement, après avoir constaté l'efficacité des concentrations de 100 % et 50 % dans leur étude (Zerzour *et al.*, 2025).

Nous avons appliqué les concentrations de la plus faible à la plus élevée (1 %, 10 %, 25 % et 50 %) afin de déterminer la concentration létale minimale pour les larves *d'Oryctes agamemnon* et d'observer le mode d'action ainsi que la concentration capable d'induire un changement significatif.

I.3.6.3. Préparation d'extrait

- **Concentration à 1 %** : Prélever 0,1 g de poudre d'extrait brut de la plante et ajouter 10 ml d'eau distillée pour obtenir une solution à 1 %.
- **Concentration à 10 %** : Prélever 1 g de poudre d'extrait brut de la plante et ajouter 10 ml d'eau distillée pour obtenir une solution à 10 %.
- **Concentration à 25 %** : Prélever 2,5 g de poudre d'extrait brut de la plante et ajouter 10 ml d'eau distillée pour obtenir une solution à 25 %.
- **Concentration 50 %** : Nous prenons 5 g de poudre extraite brute de la plante et ajoutons 10 ml d'eau distillée pour obtenir une solution à une concentration de 50 %.

I.3.7. Application du traitement aux larves (test de toxicité)

I.7.1. Préparation des larves pour le traitement avec les extraits de plantes étudiés

I.3.7.1.1. Préparation des milieux de l'élevage des larves

Nous avons pesé la tourbe (des racines et cornef de palmier broyées et préalablement stérilisées) et l'avons répartie en trois groupes égaux, un groupe pour chaque extrait, ainsi que trois milieux de vie témoins. Nous le maintenons humide et non sec à température ambiante (du laboratoire) afin de créer un environnement de vie favorable. Chaque pot a été étiqueté avec le numéro de l'échantillon et le code de l'extrait à appliquer. Au total, 12 milieux de vie ont été utilisés afin d'éviter toute erreur imprévue et en fonction du nombre de répétitions nécessaires à l'expérience (figure 16).



A/Pesée de la tourbe

B/Pots numérotés et disposés pour les larves

C/Milieu de vie

Figure 16: Préparation du milieu de culture pour les larves

I.3.7.2. Application du traitement aux larves d'*Oryctes agamemnon* :

Certaines études ont utilisé la méthode de traitement des aliments avec des extraits pour étudier leur efficacité contre les insectes, en pulvérisant l'extrait sur la nourriture des insectes (Rashwan & Hammad, 2020). D'autres études ont utilisé l'immersion ou la pulvérisation. (Al-Ajmi & Mohammed, 2021), et certaines études ont utilisé les deux méthodes simultanément (Hassan *et al.*, 2022).

Dans cette étude, le traitement qui a été appliqué aux larves d'*O. agamemnon* par immersion. Notre étude a porté sur trois extraits végétaux différents et quatre concentrations différentes : 1% ,10%,25%,50%.

Nous versons 10 ml de chaque solution préparée au préalable dans un bécher, puis nous immergeons les échantillons (les larves) dans l'extrait pendant une minute (WHO, 2016) (Figure 18).

- **Témoin** : Les larves témoins ont été pesées et comparées aux larves traitées avec les extraits en termes de morphologie, de couleur, de mobilité et de réaction. Ce groupe témoin a servi de référence pour évaluer l'efficacité et l'impact des extraits. Les larves témoins ont été incubées dans des milieux de vie préalablement préparés contenant de la tourbe, avec un total de quinze répétitions réparties entre deux milieux de vie. Diverses observations,

modifications et taux de mortalité ont été enregistrés à 24, 48 et 72 heures, et ce jusqu'à la fin de la période de suivi.

- **Concentration de 1 %** : Après immersion des échantillons dans les extraits végétaux étudiés à une concentration de 1 %, ceux-ci ont été incubés dans des milieux de vie préalablement préparés contenant de la tourbe. Quinze répétitions ont été effectuées avec trois milieux de vie différents. Diverses observations, modifications et taux de mortalité ont été enregistrés à 24, 48 et 72 heures, et ce jusqu'à la fin de la période de suivi.
- **Concentration de 10 %** : Après immersion des échantillons dans les extraits végétaux étudiés à une concentration de 10 %, ceux-ci ont été incubés dans des milieux de vie préalablement préparés contenant de la tourbe. Quinze répétitions ont été effectuées avec trois milieux de vie différents. Diverses observations, modifications et taux de mortalité ont été enregistrés à 24, 48 et 72 heures, et ce jusqu'à la fin de la période de suivi.
- **Concentration à 25 %** : Après immersion des échantillons dans les extraits végétaux étudiés à une concentration de 25 %, ceux-ci ont été incubés dans des milieux de vie préalablement préparés et contenant de la tourbe. Quinze répétitions ont été effectuées, réparties sur trois milieux de vie. Différentes observations, modifications et taux de mortalité ont été enregistrés à 24, 48 et 72 heures, et jusqu'à la fin de la période d'observation.
- **Concentration à 50 %** : Après immersion des échantillons dans les extraits végétaux étudiés à une concentration de 50 %, ceux-ci ont été incubés dans des milieux de vie préalablement préparés et contenant de la tourbe. Quinze répétitions ont été effectuées, réparties sur trois milieux de vie. Différentes observations, modifications et taux de mortalité ont été enregistrés à 24, 48 et 72 heures, et jusqu'à la fin de la période d'observation.



A/Larve traitée à l'extrait de *Cleome amblyocarpa* B/Larve traitée à l'extrait de *Nerium oleander* C/Larve traitée avec le mélange d'extraits.

Figure 18 : application du traitement aux larves de l'insecte *O. agamemnon*.

I.3.8. Suivi de l'effet des extraits sur la larve d'*O. agamemnon*

L'efficacité des extraits contre les insectes est déterminée par le suivi du taux de mortalité et de la vitesse de létalité des insectes (Zaid *et al.*, 2022), ainsi que par l'évaluation de l'étendue des modifications et déformations morphologiques et des perturbations physiologiques (Shalaby *et al.*, 2016).

I.3.8.1. Suivi des variations de poids

Afin de déterminer l'effet des extraits sur le poids des larves vivantes restantes, nous avons suivi les variations de poids en enregistrant le poids des larves avant le début de l'expérience, puis quotidiennement après immersion dans l'extrait.

I.3.8.2. Calcul du taux de mortalité larvaire

Après confirmation de la mortalité larvaire, le pourcentage de mortalité a été calculé à l'aide de l'équation de Walter S. Abbott. (1925) :

$$\text{DL50} = \frac{\text{Dose} \times 100}{\text{Mort}} \times 100$$

I.3.8.3. Calcul du DL50

Les valeurs de DL50 ont été déterminées par analyse statistique des résultats expérimentaux. Les taux de mortalité ont été enregistrés à différentes concentrations pour chaque extrait de plante, puis convertis en valeurs de probit afin d'établir une relation linéaire entre la réponse et la dose. Simultanément, les concentrations ont été transformées en logarithme de la dose, et la relation entre le probit et le logarithme de la dose a été modélisée par des équations de régression linéaire de la forme :

$$y = ax + b$$

Ce modèle a permis d'estimer la valeur de **DL50** au point où le probit correspond à une valeur de **5**, représentant **50 %** de la réponse, en calculant la valeur du logarithme de la dose correspondante, puis en la convertissant en concentration réelle.

I.3.8.4. Suivi des modifications morphologiques et de mobilité

Nous avons consigné toutes les observations relatives aux modifications morphologiques des larves après traitement, notamment les changements de couleur, de taille et de forme corporelle, ainsi que les modifications de leurs mouvements. Nous avons piqué les larves afin d'évaluer leur réaction à la piqûre, la rapidité de leur réaction et l'impact sur leur système nerveux.

I.3.8.5. Analyse statistique

Les données obtenues concernant l'évolution du poids des larves et les taux de mortalité ont été analysées à l'aide du logiciel XLSTAT. Conformément aux méthodes statistiques décrites par Gomez et Gomez (1984) et Montgomery (2019), une analyse de la variance (ANOVA) a été réalisée afin d'évaluer l'existence de différences significatives entre les traitements.

Pour l'étude de l'évolution du poids des larves, une analyse de la variance à un facteur (ANOVA à un facteur) a été appliquée. Lorsque l'ANOVA indiquait des différences significatives entre les

moyennes ($p < 0,05$), le test post hoc de Tukey (HSD) a été utilisé pour comparer les différents traitements.

Concernant les taux de mortalité, une analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA à deux voies) a été réalisée afin d'évaluer l'effet du type d'extrait, de la concentration appliquée ainsi que leur interaction. En présence de différences significatives ($p < 0,05$), les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Tukey (HSD).

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm écart-type, et le seuil de signification statistique a été fixé à 5 % ($p < 0,05$).

CHAPITRE II :

Résultats et discussion

II.1. Résultats de l'analyse chimique des composés actifs des extraits végétaux étudiés

II.1.1. Estimation quantitative du rendement de l'extraction

Le rendement d'extraction de chaque plante a été calculé selon la formule mentionnée précédemment. Les résultats obtenus peuvent être résumés dans le tableau (06).

Tableau 6 : les résultats du rendement d'extraction de *N. oleander*, *C. amblyocarpa* et leur mélange.

Échantillon végétal	Masse de la matière végétale sèche utilisée (g)	Masse de l'extrait sec obtenu (g)	Rendement d'extraction (%)
<i>N. oleander</i>	60	11.48	19.13%
<i>C. amblyocarpa</i>	60	7.83	13.05%
Mélange	60	7.93	13.22%

Le tableau présente les résultats de l'extraction de composés phytochimiques à partir de trois échantillons différents, en utilisant une quantité fixe et uniforme de matière végétale sèche estimée à 60 grammes par échantillon. En comparant la masse de l'extrait sec résiduel et les taux de rendement, on remarque

Le rendement d'extraction le plus élevé a été enregistré pour l'extrait *N. oleander*, avec un taux de 19,13 %. L'extraction hydroalcoolique de *N. oleander* d'éthanol à 50 % selon la méthode Soxhlet a donné un taux d'environ 7,56 %, comme l'indiquent les études pharmacologiques (Shafiq *et al.*, 2021). Cette variation importante des taux peut s'expliquer par les différences entre les parties de la plante et les conditions d'extraction. Une étude de Mohadjerani (2012) a indiqué que le taux d'extraction des feuilles à l'aide d'un mélange de méthanol et d'eau s'élevait à environ 22,1 % par macération à température ambiante, ce qui correspond approximativement à la fourchette de rendement de notre étude (18-22 %), ce qui confirme que les solvants hydroalcooliques et le type d'extraction favorisent l'extraction efficace des composés polaires et phénoliques.

Le rendement d'extraction le plus faible a été enregistré avec la plante *C. amblyocarpa*, avec un taux de 13,05 %, lors du processus d'extraction à l'éthanol de cette plante, selon Al-Qudah *et al.* (2025) à l'aide d'une macération à l'éthanol continue à cinq reprises pendant 7 jours, le rendement mentionné dans les études publiées était relativement faible, environ 5 % (environ 500 g sur 10 kg de matière première). Les rendements plus élevés observés dans notre étude, comparativement à ceux rapportés par les auteurs précédents, pourraient s'expliquer par l'utilisation d'un solvant hydroalcoolique, alors que leur extraction a été réalisée uniquement à l'éthanol. L'ajout d'eau au solvant est susceptible d'avoir favorisé l'extraction d'une plus grande diversité de métabolites, augmentant ainsi le rendement global.

Un rendement moyen, situé entre celui de chacune des deux plantes prises séparément, a été enregistré pour l'extrait du mélange de 13,22 % dans certains mélanges, (Harouak Hazim *et al.*, 2022) a constaté que le rendement atteignait des valeurs supérieures à celles des plantes prises isolément, tandis que dans d'autres mélanges, il diminuait en raison de l'interaction entre les composés végétaux, ce qui s'explique par la relation d'influence qui s'établit lors du mélange des deux plantes (synergie ou antagonisme). Dans nos résultats, le rendement du mélange était légèrement supérieur à celui de la plante seule, ce qui s'explique peut-être par la saturation de l'éthanol aqueux, qui n'est alors plus en mesure de dissoudre les composés de manière aussi efficace, ce qui concorde avec les observations de Kurin *et al.* (2026) dans certains de ses extraits.

Dans une étude réalisée par Hafiane et Soltani (2026) sur les mêmes extraits végétaux, mais en utilisant des quantités différentes de matière végétale, les rendements d'extraction obtenus étaient de 15,29 %, 12,60 % et 13,91 % respectivement pour *N. oleander*, *C. amblyocarpa* et le mélange des deux plantes. Ces résultats concordent avec les nôtres quant à la hiérarchie des rendements, l'extrait de *N. oleander* présentant dans les deux études le rendement le plus élevé. Cependant, le rendement obtenu dans notre étude pour l'extrait de *N. oleander* était supérieur d'environ 3 %, ce qui pourrait être attribué à la durée d'extraction plus longue adoptée dans notre protocole (trois jours contre un seul jour dans l'étude de référence). En revanche, une forte concordance a été observée pour les rendements des extraits de *C. amblyocarpa* et du mélange, suggérant une stabilité relative de leur capacité extractive. Cette similitude pourrait être liée aux caractéristiques

physicochimiques et à la nature des composés bioactifs présents dans *C. amblyocarpa*, qui semblent être efficacement extraits dans les deux conditions expérimentales.

II.1.2. Résultats de criblage des composés actifs de les extraits végétaux

II.1.2.1 Détection des flavonoïdes

La présence des flavonoïdes a été mise en évidence dans les trois extraits hydroalcooliques (*N. oleander*, *C. amblyocarpa* et leur mélange) par l'apparition d'un précipité jaune. Cette réaction positive indique que ces composés phénoliques sont présents dans les deux espèces végétales et sont maintenus dans l'extrait du mélange.

II.1.2.2. Détection des stéroïdes

Une coloration rouge a été observée dans les trois extraits hydroalcooliques, confirmant la présence des stéroïdes dans *N. oleander*, *C. amblyocarpa* ainsi que dans leur mélange. Cette observation traduit une distribution commune de ces métabolites secondaires dans les échantillons étudiés.

II.1.2.3. Détection des saponines

Les saponines ont été détectées dans l'extrait hydroalcoolique de *N. oleander* et dans celui du mélange grâce à la formation d'une mousse stable après agitation. En revanche, aucune mousse persistante n'a été observée dans l'extrait de *C. amblyocarpa*, indiquant l'absence de saponines dans cette espèce. La présence de ces composés dans le mélange semble ainsi être principalement liée à l'apport de *N. oleander*.

II.1.2.4. Détection des terpénoïdes

Les trois extraits ont présenté une réaction positive caractérisée par la formation de deux couches accompagnées d'une coloration brune à leur interface. Cette observation confirme la présence des terpénoïdes dans *N. oleander*, *C. amblyocarpa* ainsi que dans leur mélange.

II.1.2.5. Détection des glycosides cardiaques

Les tests réalisés n'ont révélé aucune réaction caractéristique des glycosides cardiaques dans les trois extraits étudiés. L'absence de couche rougeâtre au fond, de couche bleu-vert à la surface et

de coloration brune à l'interface confirme l'absence de ces composés dans *N. oleander*, *C. ambolyocarpa* et leur mélange.

II.1.2.6. Détection des tanins

La présence des tanins a été confirmée dans les trois extraits hydroalcooliques par l'apparition d'une coloration bleu foncé. Cette réaction indique que ces composés phénoliques sont présents aussi bien dans les extraits individuels que dans l'extrait du mélange.

II.1.2.7. Détection des terpènes

Une coloration verte a été observée dans les trois extraits hydroalcooliques, révélant la présence de terpènes dans *N. oleander*, *C. ambolyocarpa* ainsi que dans leur mélange.

II.1.2.8. Détection des alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été détectés dans les trois extraits grâce à la formation d'un précipité brun. Cette réaction positive montre présents dans les deux espèces végétales et demeurent détectables après leur association.

II.1.2.9. Détection des protéines

Aucune coloration violette ou rose n'a été observée dans les trois extraits hydroalcooliques. Les résultats obtenus indiquent donc l'absence de protéines détectables.

II.1.2.10. Détection des sucres réducteurs

La présence des sucres réducteurs a été confirmée dans les trois extraits par l'apparition d'un précipité rouge. Cette réaction témoigne de la présence de composés glucidiques dans *N. oleander*, *C. ambolyocarpa* et dans leur mélange.

Explication des résultats de criblage des composés actifs présents dans les extraits végétaux (voir annexe 01), et Ces résultats sont résumés dans le (Tableau 5).

Tableau 5 : les résultats de l'analyse chimique des composés actifs de *N. oleander*, de *C. amblyocarpa* et de leur mélange.

Composés actifs	<i>N. oleander</i> L.	<i>C. amblyocarpa</i>	Le mélange
Flavonoïdes	++	+	+
Stéroïdes	++	+	+
Saponines	+	-	+
Terpénoïdes	++	+	+
Glycosides cardiaques	-	-	-
Tannins	++	++	++
Terpènes	+	++	+
Alcaloïdes	++	++	++
Protéines	-	-	-
Glucides (Sucres)	+	++	+

Le signe plus (+) indique un résultat positif présence, et le signe moins (-) indique un résultat négatif absence.

L'analyse phytochimique des composés actifs de l'extrait de *N. oleander* L. (parties aériennes, feuilles, branches et fleurs) a montré la présence de flavonoïdes, stéroïdes, saponines, tanins, terpènes, terpénoïdes, sucres *et* alcaloïdes. Les protéines et les hétérosides cardiotoniques étaient absents (tableau 5).

En même temps, l'étude phytochimique de l'extrait de *Cleome amblyocarpa* a montré que les flavonoïdes, stéroïdes, terpénoïdes, tanins, terpènes *et* alcaloïdes étaient présents. Les protéines saponines hétérosides cardiotoniques et les sucres étaient absents (tableau 5).

Pour le mélange des deux extraits *N. oleander* et *C. amblyocarpa*, l'analyse phytochimique a montré la présence globale des mêmes grandes familles de composés notamment les flavonoïdes

stéroïdes terpénoïdes tanins terpènes *et* alcaloïdes avec une absence de protéines et glycosides cardiaques (tableau 5).

Ces résultats sont, en général, d'accord avec ceux rapportés dans des études antérieures. En effet l'analyse phytochimique de *N. oleander* est en accord avec les travaux de Redha (2020) mais certaines différences ont été notées comme la présence de sucres dans notre étude alors qu'ils n'étaient pas trouvés dans quelques autres études précédentes. Nos résultats aussi sont d'accord avec ceux d'Al-Humaidi (2017) ainsi que Bakir Çilesizoğlu *et al.* (2022) sauf pour quelques petites différences sur le fait que les glycosides cardiotoniques ne sont pas présents dans notre étude alors qu'ils ont été trouvés dans leurs travaux respectifs.

Dans une étude menée par Zerzour *et al.* (2025) sur les mêmes extraits, les résultats concordent avec ceux de notre étude en ce qui concerne la présence de flavonoïdes, de stéroïdes, de tanins et de terpènes, ainsi que l'absence de protéines dans la plupart des extraits. Cependant, certaines différences importantes ont été observées : nos résultats ont montré la présence de terpenoïdes dans l'extrait de *N. oleander*, l'absence de glycosides cardiaques dans tous les extraits, ainsi que la présence d'alcaloïdes et des sucres dans tous les extraits, alors que l'étude de Zerzour *et al.* (2025) a fait état de l'absence de triterpènes et de la présence de glycosides cardiaques dans la *N. oleander* et le mélange, ainsi que de l'absence d'alcaloïdes dans la *N. oleander* et de sucres dans l'extrait de *C. amblyocarpa* et le mélange. Selon Adu-Gyamfi, R., *et al.* (2023) ces différences peuvent s'expliquer par la variabilité des conditions environnementales des plantes, le stade de croissance, la méthode d'extraction et la nature des réactifs utilisés lors de l'analyse chimique végétale.

II.1.3. Résultats du dosage des composés phénoliques des extraits étudiés

A partir de la courbe d'étalonnage de référence de l'acide gallique (voir annexe 03), la concentration en phénols des différents extraits a été calculée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (7).

Tableau 7 : les résultats de l'estimation quantitative des composés phénoliques du *N. oleander*, du *C. amblyocarpa* et de leur mélange

Extraits végétaux	TPC (mg /g)
<i>Nerium oleander</i>	217.77
<i>Cleome amblyocarpa</i>	119.85
Mélange	148.37

La concentration en composés phénoliques du *N. oleander* a été estimée à l'aide de la courbe étalon de l'acide gallique. D'après les résultats présentés dans le tableau (6), la teneur totale en phénols du *N. oleander* est estimée à 217,77 mg/g. En comparant la concentration totale en composés phénoliques obtenue avec certaines études, telles que celle de Bakir Çilesizoğlu *et al.* (2022), qui a estimé la teneur totale en composés phénoliques de l'extrait à :180 – 250 mg GAE/g d'extrait , ce qui correspond approximativement aux résultats de notre étude, quant à l'étude de Zarzour *et al.* (2025), la teneur en phénols de leur caroube était de 35,97 mg/ml.

La concentration en composés phénoliques de la plante *C. ambolyocarpa* a été estimée à l'aide d'une courbe d'étalonnage de l'acide gallique. D'après les résultats présentés dans le tableau (6), la teneur totale en composés phénoliques du *C. ambolyocarpa* a été estimée à 119,85mg/g. En comparant la concentration totale en composés phénoliques obtenue avec les résultats d'autres études, telles que Abd el-sameaa *et al.* (2025), qui a estimé la teneur totale en composés phénoliques de l'extrait à \approx 156,3 mg GAE/g d'extrait (mg d'équivalent acide gallique/g d'extrait) ces résultats coïncident approximativement avec ceux de notre étude.

La concentration en composés phénoliques a été estimée à l'aide de la courbe étalon de l'acide gallique ; comme le montrent les résultats présentés dans le tableau (6), la teneur totale en phénols de l'extrait du mélange est estimée à 148,37 mg/g. Cependant, dans une étude menée par Joshi *et al.*(2024) Kurin *et al.*(2026)., Les chercheurs ont analysé la teneur en composés phénoliques du mélange d'extraits et ont constaté que ceux-ci exerçaient des effets différents les uns sur les autres (synergique, multiplicateur ou antagoniste). Cette diminution de la teneur en composés phénoliques du mélange par rapport aux plantes individuelles peut s'expliquer par l'effet de matrice

végétale et l'interférence des composés chimiques au cours du processus d'extraction, ce qui peut réduire l'efficacité de l'extraction des composés phénoliques, comme l'ont souligné Dai & Mumper (2010).

Dans une étude réalisée par Zerzour *et al.* (2025) portant sur les mêmes extraits végétaux ainsi que sur leur association, les teneurs en composés phénoliques totaux ont été estimées à 35,97 mg/mL pour *N. oleander* et à 69,01 mg/mL pour *C. amblyocarpa*. Une comparaison directe avec les valeurs obtenues dans notre étude demeure toutefois difficile en raison de la différence des unités d'expression utilisées. Néanmoins, les auteurs ont rapporté pour le mélange une teneur de 20,06 mg/mL, inférieure à celles mesurées pour chacun des extraits pris individuellement. Et cela correspond tout à fait aux résultats de notre étude.

II.1.4 Résultats de l'analyse des composés flavonoïdes dans les extraits étudiés

À partir de la courbe étalon de référence de la Quercétine (voir annexe 03), la concentration en flavonoïdes des différents extraits a été calculée ; les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (8).

Tableau 8: présente les résultats de la quantification des composés flavonoïdes du *N. oleander*, du *C. amblyocarpa* et de leur mélange

Extraits végétaux	TFC (mg /g)
<i>Nerium oleander</i>	2.69
<i>Cleome amblyocarpa</i>	1.44
Mélange	0.95

La concentration en composés flavonoïdes a été estimée à l'aide de la courbe étalon de la quercétine ; comme le montrent les résultats présentés dans le tableau 7, la teneur totale en flavonoïdes de l'extrait de *N. oleander* est estimée à 2,69 mg/g. En comparant la concentration totale en flavonoïdes obtenue avec certaines études, telles que celle de Redha (2020), qui a estimé la teneur totale en flavonoïdes de l'extrait à 2–3 mg/g, on constate que ce résultat correspond approximativement aux résultats de notre étude.

La concentration en composés flavonoïdes a été estimée à l'aide de la courbe étalon de la quercétine ; comme le montrent les résultats présentés dans le tableau (7), la teneur totale en flavonoïdes de l'extrait de *C. ambolyocarpa* est estimée à 1,44 mg/g. En comparant la concentration totale en flavonoïdes obtenue avec certaines études, telles que celle de Al-Mutaani *et al.* (2025) teneur totale en flavonoïdes de la plante *C. ambolyocarpa*, telle que rapportée dans des études antérieures utilisant la quercétine comme référence, variait entre 10 et 20 mg d'équivalent quercétine/g d'extrait, en fonction du solvant et des conditions d'extraction. Ces valeurs sont relativement supérieures à celles obtenues dans notre étude, ce qui peut s'expliquer par des différences dans les procédures d'extraction et peut-être par le fait qu'ils ont utilisé de l'éthanol concentré comme solvant.

La concentration en composés flavonoïdes a été estimée à l'aide de la courbe étalon de la quercétine ; comme le montrent les résultats présentés dans le tableau (7), la teneur totale en flavonoïdes de l'extrait du mélange est estimée à 0,95 mg/g. Cependant, dans une étude menée par Olszowy-Tomczyk et Wianowska. (2023), des mélanges binaires de flavonoïdes naturels ont été étudiés, ainsi que l'effet du mélange sur l'activité antioxydante et les propriétés chimiques. Ils ont conclu que certains mélanges binaires présentaient un antagonisme, c'est-à-dire que l'effet du mélange était inférieur à celui attendu, et ont expliqué ce phénomène par la formation de : des liaisons hydrogène entre les flavonoïdes et des interactions réduisant l'efficacité des groupes phénoliques libres.

Dans une étude menée par Zerzour *et al.* (2025) sur ces mêmes extraits végétaux et leur mélange, les résultats de leur estimation quantitative des flavonoïdes ont donné 28,04 mg/ml pour l'extrait de *N. oleander*, et celle de l'extrait de *C. ambolyocarpa* à 30,01 mg/ml. Ces valeurs ne peuvent être comparées aux nôtres en raison de la différence d'unités. Cependant, la teneur en flavonoïdes de l'extrait du mélange a été estimée à 17,97 mg/ml, une valeur inférieure à celle de chaque plante prise séparément, ce qui correspond au mélange utilisé dans notre étude.

Nous constatons que l'évaluation quantitative des flavonoïdes était inférieure à celle des études selon Alara *et al.* (2021), Chaves *et al.* (2020) et Khoddami *et al.* (2013) que nous avons citées pour tous les extraits de plantes, peut-être en raison de notre utilisation de chloroforme au début

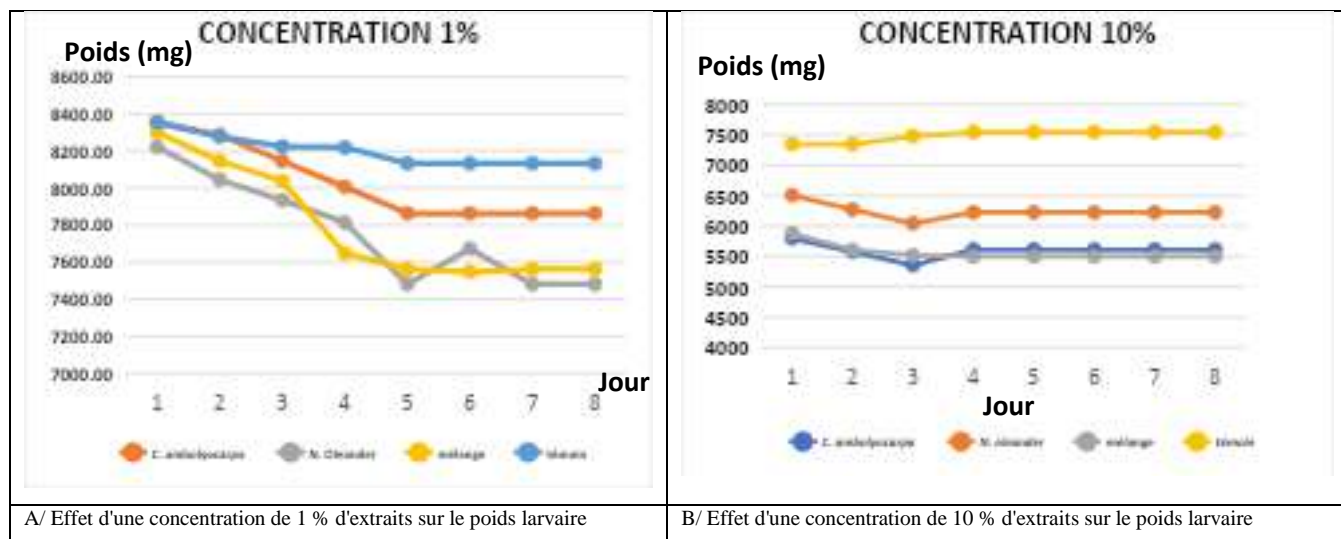
de l'expérience pour éliminer les graisses, car selon les études citées en dessus ont montré que le chloroforme pouvait entraîner une perte partielle de flavonoïdes.

II.2. Résultat de l'effet des extraits sur les larves de l'*Oryctes agamemnon*

II.2.1. L'effet des extraits sur l'évolution de poids des larves d'*Oryctes agamemnon*

Des études, ont confirmé l'efficacité des extraits de plantes et leur activité toxique contre les ravageurs agricoles (Hussein *et al.*, 2025), ce qui peut contribuer à des programmes de lutte biologique durables contre les insectes ravageurs et à leur potentiel d'adoption (Akram *et al.*, 2024), Plusieurs études ont démontré que l'application d'extraits végétaux peut affecter significativement le poids des insectes.

La figure (19 A, B, C et D) présentent l'évolution du poids moyen des larves d'*O. agamemnon* soumises à différents traitements : extrait hydroalcoolique de *C. amblyocarpa*, extrait hydroalcoolique de *N. oleander*, leur mélange, ainsi qu'un témoin non traité. Les mesures ont été réalisées à différentes périodes d'observation et pour plusieurs concentrations (1 %, 10 %, 25 % et 50 %).



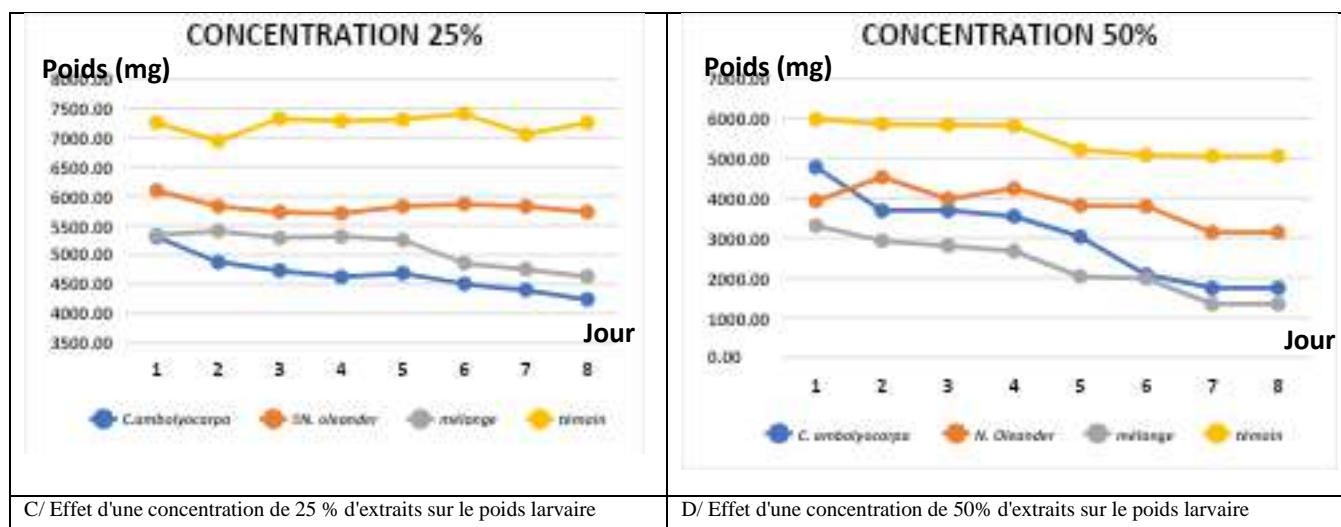


Figure 19: Effet de la concentration (1; 10; 25 et 50%) des différents extraits étudiés (*C. ambolyocarpa*, *N. oleander* et leur mélange) sur le poids des larves du ravageur *O. agamemnon*

Les résultats obtenus aux quatre concentrations étudiées (1 %, 10 %, 25 % et 50 %) montrent une augmentation progressive de l'activité biologique des extraits de *N. oleander*, de *C. ambolyocarpa* et de la combinaison des deux extraits, comparativement à l'échantillon témoin.

De manière générale, l'intensité de l'effet augmente avec la concentration, ce qui reflète une relation dose-réponse claire.

À une concentration de 1 %, les courbes cumulées ont montré une légère différence entre les traitements. Les trois extraits ont montré une activité limitée ; on observe une légère diminution au fil des jours, le poids moyen étant respectivement de 8 355.03, 8 221.87 et 8 301.81 mg dans les traitements aux extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et mélange. Le poids a ensuite baissé à 7 863.41 et 7 482.24 et 7563.36 mg dans le traitement aux extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et au mélange, La baisse a été estimée à 6 %, 9 % et 9 % respectivement pour *C. ambolyocarpa* la de *N. oleander* et le mélange, avant de se stabiliser vers le cinquième jour ; par la suite, le poids s'est stabilisé, tandis que les échantillons témoins sont restés relativement stables.

Les résultats du suivi temporel de l'effet des extraits végétaux à une concentration de 1% (Tableau9) montrent que durant toute la période expérimentale, allant du premier jour (J1) jusqu'au sixième

jour (J6), aucune différence statistiquement significative n'a été enregistrée entre les larves traitées par les différents extraits (*C. ambolyocarpa*, *N. Oleander* et leur mélange) et les larves témoin.

En effet, l'analyse de la variance (ANOVA) révèle une absence totale d'effet significatif (ANOVA : NS) durant les six jours d'observation, avec des valeurs de P-value très élevées, oscillant entre 0.73 et 0.99 (largement supérieures au seuil critique de 0.05). Cela traduit que les variations numériques observées entre les moyennes des larves traitées et du larves témoin ne sont pas le résultat d'un effet réel des extraits, mais relèvent plutôt du hasard ou de la variabilité biologique naturelle des larves après 6 jours d'exposition.

Tableau 9: Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 1% sur le poids corporel des larves d'*O. agamemnon* en fonction du temps (Jours).

Jour	<i>C. ambolyocarpa</i>	<i>N. Oleander</i>	Mélange	Témoin	<i>P-value</i>	ANOVA
1	8534±1.15	8411±1.21	8405±0.87	8333±1.22	0.99	NS
2	8534±1.02	8241±1.22	8241±0.82	8291±1.23	0.98	NS
3	8312±1.04	8122±1.15	8125±0.79	8221±1.19	0.98	NS
4	8145±0.89	7946±0.85	7748±0.68	8213±1.18	0.76	NS
5	8016±0.96	7670±1.17	7611±0.66	8138±1.09	0.73	NS
6	7995±0.83	7854±1.15	7593±0.65	8138±1.09	0.76	NS

L'extrait de mélange et de *C. ambolyocarpa* ont montré un effet légèrement inférieur à celui du *N. oleander*, mais les différences sont restées faibles, indiquant que cette faible concentration n'a pas permis une accumulation suffisante des composés bioactifs capables de produire un effet insecticide significatif.

Cette activité limitée peut s'expliquer par les conclusions de recherches telles que celles d>Zhai *et al.* (2022), qui ont démontré que les glycosides cardiaques, en particulier l'oléandrine – dont l'absence totale a été confirmée dans nos extraits– constituent les composés toxiques et biologiquement actifs les plus importants de *N. oleander* ce qui explique peut-être leur faible efficacité. Quant à l'activité de *C. ambolyocarpa*, nous attribuons à sa richesse en alcaloïdes,

flavonoïdes, terpènes, stérols et polyphénols, sur lesquels repose probablement son effet insecticide (Cherif, 2020).

Selon Pereira *et al.* (2024), les flavonoïdes présents dans les extraits de plantes présentent une activité insecticide significative en perturbant la nutrition, la croissance et le système nerveux des insectes. Cependant, leur activité est fortement dépendante de la concentration utilisée. Les résultats obtenus concordent également avec ceux de Collares *et al.* (2023), qui ont démontré que les faibles concentrations d'extraits de plantes produisent généralement des effets biologiques limités en raison de la faible quantité de métabolites secondaires actifs.

À une concentration de 10 %, une légère diminution a été observée au fil des jours, le poids moyen s'établissant respectivement à 5 797.71, 6 504.55 et 5 879.52 mg dans les traitements aux extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et le mélange. Le poids a ensuite baissé à 5 609.87, 6 226.49 et 5 499.89 mg dans le traitement aux extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et au mélange, respectivement, Le taux de diminution a été estimé à 3 %, 4 % et 6 % respectivement pour *C. ambolyocarpa*, *N. oleander* et le mélange, puis se sont stabilisées au quatrième jour ; le poids s'est stabilisé. À l'inverse, le groupe de témoins a conservé des valeurs élevées et globalement stables, avec une augmentation estimée à 2 %.

L'analyse de la variance (ANOVA) appliquée aux données de la concentration 10% sur une période de 4 jours (Tableau 10) indique un profil similaire à la concentration précédente. Durant le premier et le deuxième jour (J1 et J2), les variations observées entre les larves traitées et le témoin restent non significatives (NS), avec des probabilités respectives de $P = 0.17$ et $P = 0.09$. Ce n'est qu'à partir du troisième jour (J3) que l'effet des extraits devient statistiquement significatif (S), avec une valeur de $P = 0.03$, et se maintient au quatrième jour (J4, $P = 0.05$). Ce résultat confirme que l'action de cette concentration nécessite également un temps de latence de 48 heures pour induire des changements significatifs.

Tableau 10 : Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 10% sur le poids corporel en fonction du temps (Jours).

Jour	<i>C. ambolyocarpa</i>	<i>N. Oleander</i>	mélange	Témoin	P-value	ANONA
------	------------------------	--------------------	---------	--------	---------	-------

1	5798±1.18	6505±1.07	5880±1.38	7346±0.87	0.17	NS
2	5578±2.23	6271±2.59	5605±2.24	7346±1.16	0.09	NS
3	5357±2.23	6043±2.50	5519±2.24	7479±1.04	0.03	S
4	5610±2.38	6226±2.60	5500±2.20	7546±1.21	0.05	S

Le test de Tukey réalisé à la concentration de 10 % (Tableau 11) montre que les traitements appartiennent globalement au même groupe statistique (A) durant les jours 1, 2 et 4, ce qui indique l'absence de différences significatives entre les extraits et le témoin pendant ces périodes. En revanche, au troisième jour, l'extrait de *C. ambolyocarpa* est classé dans le groupe B alors que le témoin appartient au groupe A. Cette différence traduit un effet significatif de cet extrait à ce stade de l'expérimentation. Les traitements à base de *N. oleander* et du mélange appartiennent au groupe intermédiaire AB, indiquant une réponse intermédiaire qui ne diffère significativement ni du témoin ni de *C. ambolyocarpa*.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus à 10 % révèlent une activité biologique relativement faible, les différences significatives n'apparaissent que ponctuellement au troisième jour. Cette situation suggère que la concentration utilisée est probablement insuffisante pour induire un effet marqué et durable des extraits.

Tableau 11 : Groupement des moyennes selon le test de Tukey des différents traitements à la concentration de 10 % au cours de la période d'étude.

Category	1	2	3	4
<i>C. ambolyocarpa</i>	A	A	B	A
<i>N. oleander</i>	A	A	AB	A
Mélange	A	A	AB	A
Témoin	A	A	A	A

L'extrait de *C. ambolyocarpa* et le mélange présentent une diminution plus importante par rapport au groupe témoin, tandis que l'extrait de *N. oleander*, conserve des valeurs relativement plus élevées.

Cette réponse reflète une augmentation progressive de l'activité biologique avec l'augmentation de la concentration.

Ce mélange semble présenter une efficacité accrue, ce qui pourrait être lié à un effet synergique entre les composés actifs des deux plantes.

Zhang *et al.* (2020), ont rapporté que l'association de plusieurs extraits de plantes peut améliorer l'efficacité insecticides grâce à la complémentarité des métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les terpènes et les composés phénoliques.

L'activité observée pourrait également être liée à l'effet des composés bioactifs sur : le système nerveux, l'inhibition de l'alimentation, l'inactivation enzymatique, ou la réduction de l'activité physiologique des insectes. Pavela (2004), a démontré que plusieurs extraits de plantes entraînent une diminution significative de la croissance et de l'activité biologique des insectes, notamment à des concentrations moyennes et élevées.

À une concentration de 25 %, les différences entre les traitements deviennent très nettes. On observe une légère diminution au fil des jours, le poids moyen étant respectivement de 5 305.27, 6 096.30 et 5 336.65 mg dans les traitements aux extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et au mélange ; le poids a baissé à 4 238.19, 5 728.04 et 4 629.59 mg dans le traitement par les extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et le mélange, respectivement. Le taux de diminution a été estimé à 20 %, 6 % et 13 % respectivement pour *C. ambolyocarpa*, *N. oleander* et le mélange, avant de se stabiliser, Le témoin a conservé les poids les plus élevés, sans tendance marquée à la diminution -0.04%.

Les résultats statistiques de la concentration 25% (Tableau 12) montre que l'effet des extraits est initialement non significatif (NS) pendant les jours J1 ($P = 0.079$) et J2 ($P = 0.090$).

À partir du troisième jour (J3), l'analyse révèle une transition vers une différence significative (S) avec $P = 0.018$, qui persiste au quatrième jour (J4, $P = 0.046$). On note une légère fluctuation au cinquième jour (J5), où la différence devient temporairement non significative (NS, $P = 0.051$), se situant à la limite critique du seuil alpha. Néanmoins, l'effet significatif (S) réapparaît et se stabilise dès le sixième jour (J6, $P = 0.022$) jusqu'au huitième jour (J8, $P = 0.012$), confirmant l'efficacité globale de cette concentration sur le long terme.

Tableau 12 : Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 25% sur le poids corporel en fonction du temps (Jours).

Jour	<i>C. amblyocarpa</i>	<i>N. oleander</i>	Le mélange	Temoin	<i>P-value</i>	ANOVA
1	5305 ±2.48	6096±2.58	5337±2.57	7253±1.27	0.079	NS
2	4874±2.62	5828±2.51	5407±2.21	6940±1.48	0.09	NS
3	4730±2.71	5731±2.58	5287±2.21	7327±1.29	0.018	S
4	4621±3.12	5709±3.15	5313±2.24	7284±1.49	0.046	S
5	4684±3.19	5830±3.20	5253±2.26	7309±1.49	0.051	SN
6	4504±3.18	5866±3.20	4858±2.54	7409±1.53	0.022	S
7	4399±3.14	5826±3.17	4753±2.50	7056±1.53	0.037	S
8	4238±3.05	5728±3.13	4630±2.44	7256±1.54	0.012	S

À la concentration de 25 % (Tableau 13) les deux premiers jours ne montrent aucune différence significative entre les traitements, tous appartenant au groupe A. À partir du troisième jour et jusqu'au huitième jour, une différenciation plus nette apparaît entre les traitements.

L'extrait de *C. amblyocarpa* est systématiquement classé dans le groupe B, tandis que le témoin demeure dans le groupe A. Cette séparation indique l'existence d'un effet significatif et constant de cet extrait durant toute la période considérée. L'extrait de *N. oleander* présente un classement intermédiaire (AB) entre les jours 3 et 8, traduisant une activité modérée. Quant au mélange, il appartient également au groupe AB entre les jours 3 et 7 puis rejoint le groupe B au huitième jour, ce qui témoigne d'un renforcement progressif de son effet.

Ces résultats montrent que l'augmentation de la concentration à 25 % améliore nettement l'efficacité des traitements. L'extrait de *C. amblyocarpa* apparaît comme le plus actif, tandis que le mélange manifeste un effet croissant au cours du temps, suggérant une action cumulative des composés bioactifs.

Tableau 13 : Groupement des moyennes selon le test de Tukey des différents traitements à la concentration de 25 % au cours de la période d'étude.

Jour	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>C. ambolyocarpa</i>	A	A	B	B	B	B	B	B
<i>N. oleander</i>	A	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB
Mélange	A	A	AB	AB	AB	AB	AB	B
Témoin	A	A	A	A	A	A	A	A

Le mélange et l'extrait de la plante *C. ambolyocarpa* présentent tous deux une diminution progressive et continue de l'efficacité, tandis que l'extrait de la plante *N. oleander*, présente un effet modéré mais plus stable.

Cette augmentation de l'activité biologique avec la concentration reflète une relation directe avec la dose.

L'amélioration de l'effet insecticide est attribuée à la concentration accrue de composés actifs dans les extraits de plantes.

Des études phytochimiques indiquent que *C. ambolyocarpa* et le *N. oleander*, contiennent plusieurs composés bioactifs flavonoïdes, tanins, terpénoïdes, glycosides *et* alcaloïdes.

Chandran *et al.*, (2017) ont confirmé que ces composés sont directement impliqués dans l'activité insecticide et la toxicité des extraits de plantes. Plusieurs études ont démontré que cette plante est riche en composés phénoliques, responsables de son activité biologique (Isman, 2006).

La concentration de 50 % s'est avérée la plus efficace parmi toutes celles étudiées.

À une concentration de 50 %, une légère diminution a été observée au fil des jours, le poids moyen s'élevant respectivement à 4 785.05, 3 933.09 et 3 309.61 mg dans les traitements utilisant des extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et du mélange ; et le poids a baissé à 1 745.66, 3 143.94 et 1 345.16 mg respectivement dans les traitements utilisant les extraits de *C. ambolyocarpa*, de *N. oleander*, et du mélange, Le taux de diminution a été estimé à 64 %, 20 % et 59 % respectivement pour *C. ambolyocarpa*, *N. oleander* et le mélange. Au septième jour, les valeurs se sont stabilisées. Quant au témoin, il a présenté des valeurs nettement supérieures malgré une légère diminution estimée à 15%.

Contrairement aux faibles concentrations, l'analyse statistique de la concentration la plus élevée (50%) (Tableau 14) révèle un effet immédiat dès le début de l'expérience. En effet, une différence statistiquement significative (S) est enregistrée dès le premier jour (J1, $P = 0.0448$) et se maintient jusqu'au troisième jour (J3, $P = 0.0203$). À partir du quatrième jour (J4), le degré de significativité s'accroît fortement pour devenir hautement significatif (ANOVA : HS), avec des valeurs de P-value très faibles (0.0098 au J4, 0.0046 au J5, 0.0011 au J6). Cette divergence atteint son maximum au septième jour (J7) avec une valeur hautement significative de $P = 0.0003$, démontrant que la concentration 50% induit l'effet le plus rapide, le plus stable et le plus prononcé parmi toutes les doses testées.

Tableau 14 : Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des extraits végétaux à la concentration de 50% sur le poids corporel en fonction du temps (Jours).

Jour	<i>C. amblyocarpa</i>	<i>N. oleander</i>	Le mélange	Temoin	P-value	ANOVA
1	4785±2.68	3933±3.28	3310±2.25	5986±2.27	0.0448	S
2	3688±3.09	4532±2.51	2931±2.42	5861±2.30	0.0211	S
3	3695±3.13	3983±2.61	2808±2.35	5850±2.37	0.0203	S
4	3545±3.00	4249±2.39	2675±2.28	5819±2.35	0.0098	HS
5	3037±2.67	3816±2.17	2035±2.21	5218±2.37	0.0046	HS
6	2079±2.72	3801±2.20	1987±2.17	5087±2.19	0.0011	HS
7	1746±0.77	3144±0.83	1345±0.49	5056±1.71	0.0003	HS

À la concentration de 50 % (Tableau 15), le témoin demeure dans le groupe A pendant toute la durée de l'essai, alors que le mélange est systématiquement classé dans le groupe B du premier au septième jour. Cette séparation complète indique une différence significative constante entre ces deux traitements.

L'extrait de *C. amblyocarpa* appartient au groupe intermédiaire AB durant les cinq premiers jours puis rejoint le groupe B aux jours 6 et 7, indiquant une augmentation progressive de son efficacité au cours du temps. De son côté, *N. oleander* reste dans le groupe AB pendant toute la période expérimentale, ce qui traduit un effet intermédiaire et moins marqué.

Globalement, la concentration de 50 % est celle qui met le mieux en évidence les différences entre les traitements. Le mélange présente l'activité la plus importante et la plus stable, suivi de *C. ambolyocarpa*, alors que *N. oleander* conserve une efficacité plus modérée. La persistance des différences significatives observées à cette concentration suggère que l'augmentation de la dose favorise l'expression de l'activité biologique des métabolites secondaires présents dans les extraits végétaux.

Tableau 15 : Groupement des moyennes selon le test de Tukey des différents traitements à la concentration de 50 % au cours de la période d'étude.

Jour	1	2	3	4	5	6	7
<i>C. ambolyocarpa</i>	AB	AB	AB	AB	AB	B	B
<i>N. oleander</i>	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
Mélange	B	B	B	B	B	B	B
Témoin	A	A	A	A	A	A	A

Les courbes montrent une baisse notable de l'efficacité tant du mélange que de l'extrait de *C. ambolyocarpa* tandis que l'extrait de *N. oleander* a également montré une efficacité notable, bien que légèrement inférieure à celle du mélange.

Le mélange a atteint son niveau le plus bas à la fin de l'expérience, ce qui confirme sa forte efficacité biologique et l'effet synergique évident entre les deux extraits végétaux.

Cette grande efficacité s'explique par la présence de quantités importantes de : Composés phénoliques, terpénoïdes, flavonoïdes, saponines.

Ces composés agissent généralement en : Perturbant le système nerveux, inhibant les enzymes, modifiant la perméabilité membranaire, réduisant l'apport nutritionnel, et perturbant les processus métaboliques physiologiques.

Une étude d'El Desouky *et al.* (2024), a montré que les composés phénoliques et terpénoïdes présents dans les extraits de plantes ont des effets toxiques efficaces contre de nombreuses espèces d'insectes.

L'analyse des résultats montre clairement que l'efficacité des extraits de plantes augmente progressivement avec la concentration.

Le mélange d'extraits présente la plus grande efficacité, suivi de l'extrait de *C. amblyocarpa* puis de l'extrait de *N. oleander*.

La supériorité de cette combinaison pourrait être attribuée à un effet synergique entre les métabolites secondaires des deux plantes.

Ces résultats confirment le potentiel des extraits de plantes comme alternative écologique aux pesticides chimiques pour la lutte biologique contre les insectes ravageurs.

II.2.2. Effet des extraits sur le taux de mortalité des larves d'*Oryctes agamemnon*

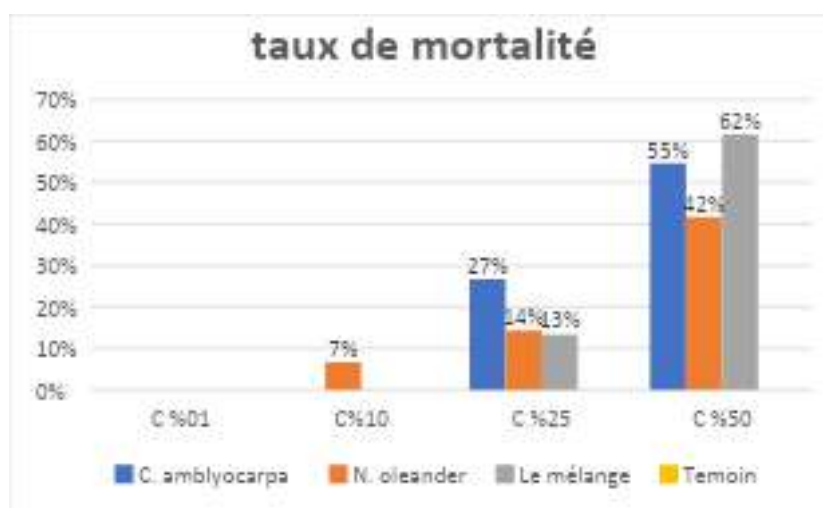


Figure 20 : Effet de la concentration (1 ; 10 ; 25 et 50%) des différents extraits étudiés (*C. amblyocarpa*, *N. oleander* et leur mélange) sur le taux de mortalité des larves *O. agamemnon*¹¹

La figure (20) présente l'évolution du taux de mortalité des larves d'*Oryctes agamemnon* en fonction des différents extraits végétaux et des concentrations appliquées. D'une manière générale, les résultats montrent une augmentation progressive de la mortalité avec l'accroissement de la concentration des extraits. Les traitements végétaux testés ont manifesté une activité larvicide variable selon la dose utilisée, tandis que le témoin n'a enregistré aucun

effet. Cette tendance suggère que l'efficacité des extraits est étroitement liée à la concentration appliquée.

Le tableau (16) présente les résultats de l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA) réalisée afin d'évaluer l'effet du type d'extrait végétal et de la concentration sur le taux de mortalité des larves d'*O. agamemnon*.

Les résultats montrent que le facteur « type d'extrait végétal » n'a pas exercé d'effet significatif sur la mortalité larvaire ($F = 1,92$; $p = 0,197$). En effet, la valeur de F calculée est inférieure à la valeur critique de Fisher ($F_{crit} = 3,86$) et la probabilité associée est supérieure au seuil de signification de 5 %. Ces résultats indiquent que les différences observées entre les extraits testés ne sont pas statistiquement significatives.

En revanche, le facteur « concentration » a montré un effet significatif sur la mortalité des larves ($F = 7,35$; $p = 0,0086$). La valeur de F calculée étant supérieure à la valeur critique de Fisher ($F_{crit} = 3,86$), et la valeur de p étant inférieure à 0,05, l'augmentation de la concentration des extraits a significativement influencé le taux de mortalité.

Par ailleurs, la comparaison des valeurs de F révèle que la concentration constitue le facteur le plus déterminant dans la variation de la mortalité observée. Ainsi, les résultats suggèrent que l'efficacité larvicide dépend davantage de la dose appliquée que de la nature de l'extrait végétal utilisé.

Tableau 16 : Analyse de variance à deux facteurs (ANOVA à deux facteurs) de l'effet du type d'extrait végétal et des concentrations sur le taux de mortalité des larves d'*O. agamemnon*.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	ANOVA
Rows (extrait)	1041.148	3	347.0494	1.921636	0.196635	NS
Columns (C)	3979.721	3	1326.574	7.345327	0.0086	HS
Error	1625.409	9	180.601			
Total	6646.278	15				

Le tableau (17) montre les différences dans les taux de mortalité des larves en fonction du type d'extrait et de la concentration utilisée. En ce qui concerne le facteur « type d'extrait végétal », le

mélange d'extraits a enregistré le taux de mortalité le plus élevé à une concentration de 50 % (0,62), suivi de l'extrait de *C. amblyocarpa* (0,55), puis de l'extrait de *N. oleander* (0,42).

Ce regroupement statistique indique que les concentrations de 1 %, 10 % et 25 % ne présentent pas de différences significatives entre elles en termes d'efficacité, ce qui suggère une réponse biologique relativement stable à faibles et moyennes doses. En revanche, la concentration de 50 % se distingue significativement, ce qui traduit un effet dose-dépendant marqué à forte concentration.

Cette séparation en deux groupes peut également refléter l'existence d'un seuil d'efficacité biologique, au-delà duquel l'activité insecticide devient nettement plus importante. Cela pourrait être lié à une saturation des mécanismes de défense des insectes ou à une augmentation de la disponibilité des composés actifs à des concentrations élevées (Calabrese & Baldwin, 2001 ; Isman, 2006).

Tableau 17 : Moyennes des taux de mortalité des larves d'*O. agamemnon* en fonction des différents types d'extraits végétaux et de leurs concentrations, et calcul des différences statistiquement significatives à l'aide du test de Tukey (Tukey HSD).

Category	C1%	C %10	C %25	C %50	LS means (Value)	Groups
<i>C. amblyocarpa</i>	0	0	0.27	0.55	0.205	A
<i>N. oleander</i>	0	0.07	0.14	0.42	0.158	A
Le mélange	0	0	0.13	0.62	0.188	A
LS means(Value)	0.000	0.018	0.135	0.398	/	/
Groups	B	B	B	A	/	/

Aucun effet n'a été observé à la concentration de 1 %, où toutes les modalités ont enregistré un taux de mortalité nul (0 %). À la concentration de 10 %, un faible effet a été noté uniquement pour l'extrait de *N. oleander* avec un taux de mortalité de 7 %, tandis que les autres traitements sont restés sans effet. À la concentration de 25 %, une augmentation notable du taux de mortalité a été observée. L'extrait de *C. amblyocarpa* a présenté le taux le plus élevé (27 %), comparativement à *N. oleander* et au mélange qui ont enregistré respectivement 14 % et 13 %. À la concentration de 50 %, l'efficacité des traitements a atteint son maximum. Le mélange a montré le taux de mortalité le plus important (62 %), suivi par l'extrait de *C. amblyocarpa* (55 %), puis par *N. oleander* (42

%). Ces résultats mettent en évidence une relation proportionnelle entre l'augmentation de la concentration et le taux de mortalité, avec une efficacité supérieure du mélange à forte concentration, suggérant un possible effet synergique entre les deux extraits.

L'accroissement graduel du taux de décès en fonction de l'augmentation des concentrations illustre une relation dose-effet typique des extraits végétaux ayant une action insecticide. Le manque d'effet à de faibles concentrations (%1 et %10) suggère sans doute que le nombre de métabolites secondaires actifs reste en dessous du niveau toxique requis pour induire des troubles physiologiques chez l'insecte (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

L'extrait de *C. amblyocarpa* présente une activité insecticide supérieure à celle de l'extrait de *N. oleander*, notamment à une concentration de 25 %, où un taux de mortalité de 27 % a été observé. Cette différence pourrait être attribuée à la concentration plus élevée de composés bioactifs capables d'altérer les fonctions physiologiques de l'insecte, en particulier par leurs effets neurotoxiques et antiappétants (Isman, 2006).

L'effet modeste observé avec *N. oleander* à des concentrations intermédiaires pourrait s'expliquer par une propagation restreinte des molécules toxiques à travers la cuticule de l'insecte ou par une concentration inadéquate des composés actifs dans l'extrait employé. Toutefois, la hausse notable du taux de décès à une concentration de 50 % (42 %) indique que l'activité toxique se fait plus marquée lorsque la dose s'accroît à Monyela *et al* (2024).

L'association de ces deux extraits a entraîné le taux de mortalité le plus haut (62 % contre 50 %), ce qui laisse présager la présence d'un effet synergique entre les composés bioactifs des deux végétaux. On peut imputer ce phénomène à une action complémentaire des substances actives sur diverses cibles physiologiques, y compris le système nerveux et les mécanismes enzymatiques de détoxification (Pavela, 2015). Concernant le résultat montré par l'application du traitement par mélange, les deux études Caesar & Cech, (2019) ; Rajčević *et al.*, (2022) ont indiqué que les composés biologiquement actifs dérivés des plantes peuvent interagir entre eux dans des relations synergiques ou antagonistes, ce qui est cohérent avec nos résultats.

Des travaux antérieurs ont également montré une relation dose-réponse positive, où la mortalité des insectes augmentait significativement avec l'augmentation de la concentration des extraits

végétaux testés, tandis que les faibles concentrations produisaient un effet limité ou nul. Des observations similaires ont été rapportées par Pavela (2015), qui a mis en évidence une augmentation de la toxicité de composés végétaux à mesure que leur concentration augmentait.

Par conséquent, les résultats démontrent le potentiel insecticide des extraits examinés et révèlent que leur efficacité s'accroît avec la concentration. L'avantage du mélange sur les extraits utilisés individuellement suggère une complémentarité biochimique entre les deux plantes, renforçant leur pertinence dans les approches de lutte biologique intégrée contre les insectes nuisibles.

Par ailleurs, les résultats obtenus dans notre étude peuvent être comparés à ceux rapportés par Zerzour *et al.* (2025), qui ont évalué les extraits éthanoliques aqueux de *Cleome amblyocarpa* et *Nerium oleander* contre les larves d'*Oryctes agamemnon*. Ces auteurs ont observé des taux de mortalité très élevés atteignant 100 % avec les deux extraits appliqués à la concentration de 100 %, tandis qu'à 50 % les taux de mortalité étaient respectivement de 50 % pour *C. amblyocarpa* et de 25 % pour *N. oleander*. La différence observée avec nos résultats peut s'expliquer principalement par les concentrations utilisées, notre étude ayant été réalisée avec des concentrations plus faibles (1 %, 10 %, 25 % et 50 %). Malgré cela, une augmentation progressive de la mortalité avec l'élévation de la concentration a également été mise en évidence dans les deux études, confirmant l'existence d'une relation dose-réponse caractéristique de l'activité insecticide des extraits végétaux. De plus, contrairement à l'étude de Zerzour *et al.* (2025), où le mélange n'a présenté aucune activité insecticide notable, notre mélange a enregistré le taux de mortalité le plus élevé à la concentration de 50 % (62 %), ce qui suggère un effet synergique potentiel entre les deux extraits dans les conditions expérimentales de notre étude

II.2.2.1. Calcul du DL50

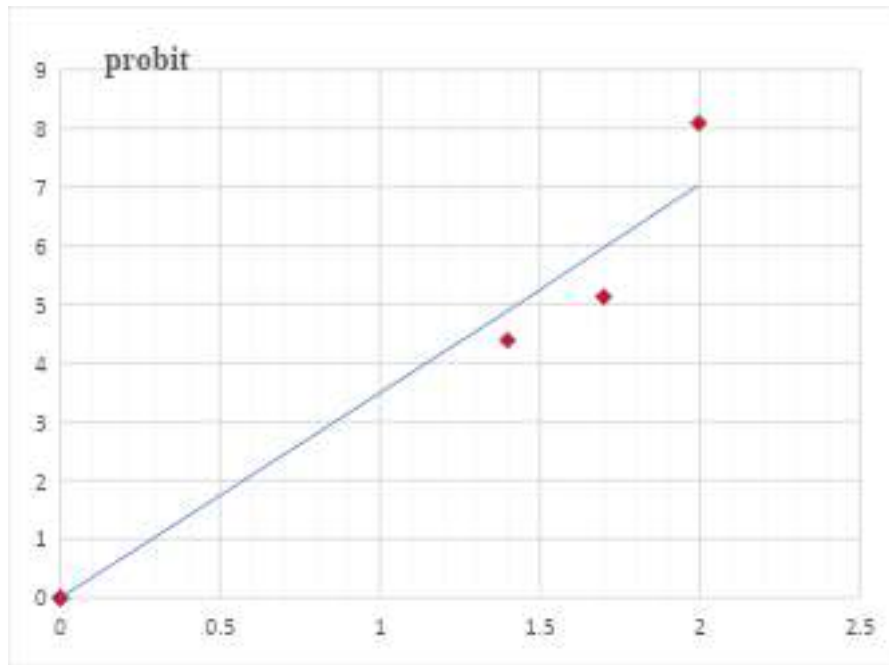


Figure 21 : action de l'extrait *C. amblyocarpa* sur les larves à différent concentration

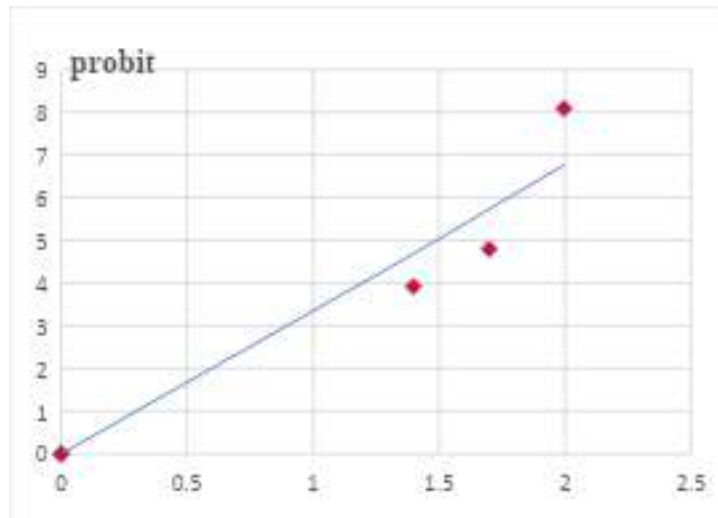


Figure 22 : action de l'extrait *N. oleander* sur les larves à différent concentration

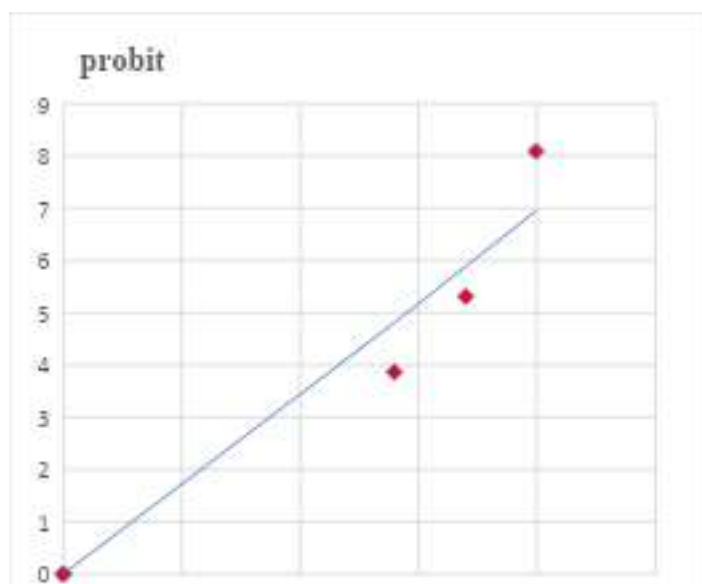


Figure 23 : action de l'extrait de mélange sur les larves à différent concentration

Tableau 18 : Paramètres de la régression linéaire (équations et coefficients de détermination R^2) des différents traitements (*C. amblyocarpa*, *N. oleander* et le mélange)

Traitement	R^2	Équation de régression
<i>C. amblyocarpa</i>	$R^2 = 0,9571$	$y = 3.5918x - 0.1362$
<i>N. oleander</i>	$R^2 = 0,9278$	$y = 3.4810x - 0.1834$
Le mélange	$R^2 = 0,9471$	$y = 3.5712x - 0.1833$

Tableau 19 : Valeurs de la DL50 (%) des extraits de *C. amblyocarpa*, *N. oleander* et du mélange

Traitement	DL50 (%)
<i>C. amblyocarpa</i>	26.92
Le mélange	28.28
<i>N. oleander</i>	30.84

L'analyse de régression probit a révélé une forte corrélation linéaire entre le logarithme des concentrations et la mortalité pour tous les traitements, avec des coefficients de détermination élevés ($R^2 > 0,92$), confirmant la pertinence du modèle pour l'estimation de la DL50. Les valeurs de DL50 ont indiqué une variation significative de la toxicité parmi les extraits testés, *C. amblyocarpa* présentant l'activité insecticide la plus élevée (DL50 = 26,92 %), suivi du mélange (DL50 = 28,28 %) et de *N. oleander* (DL50 = 30,84 %). La comparaison statistique des valeurs de DL50 attendues et observées pour le mélange suggère une activité légèrement supérieure à l'effet additif, indiquant une possible interaction synergique faible entre les composés bioactifs.

Les résultats obtenus dans la présente étude confirment le potentiel insecticide de *C. amblyocarpa*. En effet, Benhissen *et al.*, (2024) ont rapporté des valeurs de LC50 comprises entre 0,33 et 0,98 g/L pour l'extrait éthanolique de *C. amblyocarpa* testé sur *Blattella germanica*, tandis que des valeurs variant de 0,879 à 1,040 g/L ont été enregistrées pour *Shelfordella lateralis*. Bien que la comparaison directe reste limitée en raison des différences de nature de l'extrait, d'espèce cible et des conditions expérimentales, ces résultats corroborent l'activité biocide importante de *C. amblyocarpa* observée dans notre étude.

Les résultats obtenus pour *Cleome amblyocarpa* confirment le potentiel insecticide de cette espèce. Bien que la présente étude ait utilisé un extrait hydro-éthanolique, les travaux de Benhissen *et al.* (2024) ont également mis en évidence une activité biocide importante de cette plante en rapportant des valeurs de LC50 comprises entre 0,33 et 0,98 g/L contre *Blattella germanica* et entre 0,879 et 1,040 g/L contre *Shelfordella lateralis*. Malgré les différences liées au mode d'extraction, à l'espèce cible et aux conditions expérimentales, les deux études convergent vers la même conclusion quant à l'efficacité insecticide de *C. amblyocarpa*. Les variations observées entre les valeurs de toxicité peuvent être attribuées à l'influence du procédé d'extraction sur la nature et la concentration des métabolites secondaires responsables de l'activité biologique.

La faible valeur de DL50 observée pour *C. amblyocarpa* attribuée à une plus grande disponibilité ou l'efficacité des composés bioactifs présents dans cet extrait. Cette observation est en accord avec les travaux d'Isman (2026), qui a souligné que la toxicité des extraits botaniques dépend à la fois de leur composition chimique et de l'activité biologique des métabolites secondaires qu'ils renferment. De même, Benelli *et al.*, (2017) ont indiqué que les extraits végétaux riches en

composés bioactifs présentent généralement des valeurs de DL50 plus faibles et une efficacité insecticide plus élevée.

La valeur de DL50 obtenue pour *N. oleander* (30,84 %) confirme son activité insecticide et peut être mise en perspective avec les résultats de Baz *et al.*, (2024), qui ont étudié l'activité larvicide des extraits hydro-éthanoliques de *N. oleander* contre les larves de *Culex pipiens*. Ces auteurs ont rapporté une valeur de LC50 = 57,57 mg/mL après 24 heures d'exposition, obtenue par analyse probit. Bien que les unités d'expression (DL50 en % dans la présente étude et LC50 en mg/mL dans l'étude de référence) ainsi que les espèces cibles soient différentes, les deux travaux confirment la toxicité insecticide notable de *N. oleander*.

La valeur de DL50 obtenue pour *Nerium oleander* confirme son activité insecticide. De même, Harizia *et al.* (2015) ont rapporté une LD50 de 8,94 µg/abeille pour l'huile essentielle de *N. oleander* appliquée sur *Apis mellifera intermissa*. Malgré les différences liées aux unités d'expression, au mode d'exposition et au type d'extrait utilisé, les deux études mettent en évidence le potentiel insecticide de cette plante. Les écarts observés peuvent être attribués aux variations de composition chimique induites par la méthode d'extraction.

Concernant le mélange, son efficacité intermédiaire suggère une interaction additive entre les composés actifs des deux extraits plutôt qu'un effet synergique marqué. Selon Pavela, (2015), les associations de composés végétaux peuvent produire différents types d'interactions, notamment des effets additifs, synergiques ou antagonistes, en fonction de la nature chimique des substances associées et de leurs mécanismes d'action respectifs.

II.2.3. Effets des extraits sur la physiologie et la morphologie des larves d'*O. agamemnon*

Perturbations de la croissance, du développement et du poids : c'est ce que nous avons observé dans les résultats ci-dessus, à savoir une perte de poids après l'application du traitement. Nous expliquons cela par la présence de composés phénoliques et de flavonoïdes dans les extraits, comme l'ont montré les résultats précédents, les saponines et les terpénoïdes présents dans l'extrait peuvent endommager les cellules intestinales des larves, entraînant une perte de capacité à se nourrir, et par conséquent l'affaiblissement et la mort progressive de la larve (Figure 24) (Madaci *et al.*, 2008).



Figure 24: les déformations morphologiques résultant du traitement aux extraits

Effet sur le système nerveux : on a observé que les larves s'engourdissent et présentaient une paralysie et une apathie totales, ce qui se traduisait par une absence totale de mouvement ; le corps perdait sa forme compacte et ne réagissait plus à aucun stimulus (Figure 25). D'après les études, Madaci *et al* (2008), on explique ce phénomène par ce qu'on appelle l'effet toxique sur le système nerveux : *N. oleander* contient des glycosides cardiaques tels que l'oléandrine, des composés toxiques qui agissent sur l'activité de l'enzyme acétylcholinestérase, une enzyme essentielle à la transmission des signaux nerveux chez les insectes, ce qui entraîne des troubles nerveux, une paralysie puis la mort des larves. Quant à la plante *C. amblyocarpa*, selon Abd-ElGawad *et al* (2021), l'effet paralysant serait dû aux huiles riches en sesquiterpènes qui présentent une forte activité insecticide, allélopathique et neurotoxique sur les insectes. Ces composés sont scientifiquement reconnus pour : affecter le système nerveux des insectes, provoquer un knockdown (paralysie rapide) et perturbent les signaux nerveux et les muscles moteurs. Nous expliquons ce même effet par l'effet synergique du mélange et par la présence de tous les composés de *C. amblyocarpa* et de *N. oleander* dans le mélange.



Figure 25 : l'effet neurotoxique sur la membrane des larves d'*O. agamemnon* traitées avec des extraits

On observe un noircissement de certaines zones chez les larves (figure 26), ce qui est considéré comme un signe courant de troubles physiologiques et toxiques au sein de l'organisme de la larve. Selon l'étude de Zdybicka-Barabas *et al.* (2025), cela s'explique par le processus de mélanisation qui produit des composés oxydants toxiques (quinones et ROS), un système immunitaire qui repose sur la formation de mélanine autour des zones endommagées, ou des toxines pouvant causer des lésions cellulaires et tissulaires. C'est pourquoi le noircissement indique souvent que la larve tente d'isoler les dommages causés par l'extrait végétal, ce qui explique l'apparition de taches noires ou d'un noircissement complet chez les larves infectées ou traitées avec des extraits toxiques.



Figure 26 : le noircissement des larves d'*O. agamemnon* résultant du traitement aux extraits végétaux

Conclusion

Conclusion

Cette étude a pour but d'évaluer l'efficacité des extraits végétaux des plantes *Nerium oleander* et *Cleome amblyocarpa*, ainsi que leur mélange, contre les larves du ravageur *Oryctes agamemnon*, et de déterminer dans quelle mesure ils peuvent être utilisés comme alternative naturelle aux pesticides chimiques dans le cadre de programmes de lutte biologique.

Les résultats obtenus ont montré que l'efficacité des extraits végétaux était liée à l'augmentation de la concentration, l'effet le plus important ayant été enregistré à une concentration de 50 %, en particulier pour le mélange végétal qui a atteint le taux de mortalité le plus élevé soit 62 % suivi de l'extrait de *C. amblyocarpa* avec 55 % et celui *N. oleander* avec 42 %. L'étude a aussi mis en évidence une diminution notable du poids des larves ainsi que l'apparition de troubles physiologiques et morphologiques se traduisant par paralysie perte mobilité malformations noircissement corps des larves ce qui témoigne effet toxique des extraits végétaux sur fonctions vitales insecte.

Les analyses chimiques et phytochimiques ont aussi révélé la présence de plusieurs composés biologiquement actifs parmi lesquels flavonoïdes, composés phénoliques, alcaloïdes, terpénoïdes et tanins qui sont probablement responsables de l'activité insecticide des extraits étudiés. Le mélange végétal s'est révélé plus efficace que les extraits individuels ce qui suggère l'existence d'un effet synergique entre les composés actifs des deux plantes.

Sur la base de ces résultats, ces extraits végétaux peuvent être considérés comme prometteurs en tant qu'alternative écologique et naturelle aux pesticides chimiques dans la lutte contre le ravageur *Oryctes agamemnon* particulièrement dans le cadre de stratégies intégrées visant à réduire pollution environnementale atténuer effets négatifs synthèse.

Malgré ces résultats encourageants, cette étude reste limitée, ce qui ouvre la voie à de futures recherches :

- mener des essais sur le terrain pour évaluer l'efficacité des extraits végétaux dans des conditions naturelles sur les palmiers dattiers ;
- identifier et caractériser avec plus de précision les composés actifs responsables de l'effet insecticide.

Conclusion

- Réaliser des comparaisons entre les différentes méthodes d'application des extraits végétaux afin de déterminer la méthode la plus efficace et la plus stable pour lutter contre les ravageurs et protéger les palmiers dattiers.
- Étudier l'impact de ces extraits sur les organismes non ciblés et sur l'environnement.
- Évaluer le degré de toxicité et la sécurité d'utilisation de ces extraits à long terme.
- Développer, à partir de ces plantes, des pesticides biologiques plus efficaces, plus stables et moins polluants pour l'environnement.
- Intégrer les extraits végétaux dans des programmes de lutte biologique intégrée pour protéger durablement les palmiers dattiers.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abd el-sameaa, A., Badawy, A., Kader, N., El-Ayouty, M., ahmed, safwat, & Zikry, S. (2025).** Phytochemical Investigation and in vitro Antioxidant Activities of Cleome amblyocarpa Cultivated in North Sinai. Records of Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 9, 1–7. <https://doi.org/10.21608/RPBS.2025.353708.1350>
 2. **Abdallah, E. M., Alhudhaibi, A. M., Cherif, A., & Jan, H. A. (2026).** Date palm fruits (Phoenix dactylifera L.): Nutrition, phytochemistry, and translational gaps in reported bioactivities — a critical narrative review. Frontiers in Plant Science, 17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2026.1806447>
 3. **Abd-ElGawad, A. M., El-Amier, Y. A., Bonanomi, G., Gendy, A. E.-N. G. E., Elgorban, A. M., Alamery, S. F., & Elshamy, A. I. (2022).** Chemical composition of Kickxia aegyptiaca essential oil and its potential antioxidant and antimicrobial activities. Plants, 11(5), 594.
 4. **Abd-ElGawad, A. M., Elgamal, A. M., Ei-Amier, Y. A., Mohamed, T. A., El Gendy, A. E.-N. G., & I. Elshamy, A. (2021).** Chemical composition, allelopathic, antioxidant, and anti-inflammatory activities of sesquiterpenes rich essential oil of Cleome amblyocarpa Barratte & Murb. Plants, 10(7), 1294.
 5. **Abd-ElGawad, A. M., Elgamal, A. M., Ei-Amier, Y. A., Mohamed, T. A., El Gendy, A. E.-N. G., & I Elshamy, A. (2021).** Chemical Composition, Allelopathic, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Activities of Sesquiterpenes Rich Essential Oil of Cleome amblyocarpa Barratte & Murb. Plants, 10(7), 1294. <https://doi.org/10.3390/plants10071294>
 6. **Abdenmour, S., Lalaouna, A., Derouiche, M. T. T., Azzouz, M., Alvarez, J.-C., & Larabi, I. A. (2024).** لتحديد محتوى الأولياندرين في الأوراق UHPLC-DAD تطوير وتوثيق طريقة المجففة لنبات الدفلى من شرق الجزائر. Microchemical Journal, 197, 109740. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109740>
 7. **Adu-Gyamfi, R., Opong, M. B., Osaе, S., Asante, I. K., & Agyare, C. (2023).** Season, storage and extraction method impact on the phytochemical profile of Terminalia ivorensis. BMC Plant Biology, 23(1), 174. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04144-8>
 8. **Akhavan, F., Kamgar, S., Nematollahi, M. A., Golneshan, A. A., Nassiri, S. M., & Mousavi Khaneghah, A. (2021).** تصميم وتطوير وتقييم أداء جهاز تلقیح نخيل التمر (Phoenix dactylifera L.) ذي المروحة الموجهة. Scientia Horticulturae, 277, 109808. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109808>
 9. **Akram, W., Hussain, A., Abbas, Q., & Abbas, A. (2024).** Insecticidal potential of botanical extracts for management of, the oriental fruit fly, Bactrocera dorsalis (Diptera: Tephritidae). The Journal of Basic and Applied Zoology, 85(1), 63. <https://doi.org/10.1186/s41936-024-00417-2>
 10. **Al-Ajmi, E. H., & Mohammed, M. (2021).** Morphological Effects of Some plant Extracts on Mosquito Larvae of Dengue Fever Vector Aedes aegypti (Diptera) from Al-Hodeidah Governorate-Yemen. Al-Razi University Journal for Medical Sciences, 5(1).
 11. **Al-Ansi, A., Aldhafer, H., Al-Tamimi, J., & Murshed, M. (2023).** Evaluation of the Insecticidal Activity of Nerium oleander L. against the Red Flour Beetle, Tribolium castaneum (Herbst) (Tenebrionidae, Coleoptera). Indian Journal of Animal Research, (Of). <https://doi.org/10.18805/IJAR.BF-1715>
-

12. **Alara, O. R., Nour, A. H., & Ukaegbu, C. I. (2021).** Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200–214.
<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.011>
 13. **Al-Dawsari, J. N., Bessadok-Jemai, A., Wazeer, I., Mokraoui, S., AlMansour, M. A., & Hadj-Kali, M. K. (2020).** Fitting of experimental viscosity to temperature data for deep eutectic solvents. *Journal of Molecular Liquids*, 310, 113127.
 14. **Al-Deeb, Mohammad A., Saleh T. Mahmoud, et Eyas M. Sharif. 2012.** « Use of Light Traps and Differing Light Color to Investigate Seasonal Abundance of the Date Palm Pest, *Oryctes agamemnon arabicus* (Coleoptera: Scarabaeidae) ». *Journal of Economic Entomology* 105(6):2062-67. doi:10.1603/EC12141.
 15. **Al-Deeb, Mohammad Ali, Sabir Bin Muzaffar, et Eyas Mohammad Sharif. 2012.** « Interactions between phoretic mites and the Arabian rhinoceros beetle, *Oryctes agamemnon arabicus* ». *Journal of Insect Science* 12(1):128.
 16. **Al-Humaidi, J. (2017).** Phytochemical investigation and in vitro antioxidant activities of *Cleome amblyocarpa* Barratte & Murb and *Cleome ramosissima* Parl. Growing in Saudi Arabia. *Jordan Journal of Chemistry (JJC)*, 12(4), 245–258.
 17. **Ali, Abdul-Sattar A., et Nazar N. Hama. 2016.** « Integrated management for major date palm pests in Iraq. » *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)* 28(1).
<https://pdfs.semanticscholar.org/1e8b/19764d5e5b6b74ff856a850753ad2abdb297.pdf>.
 18. **Ali, Abdul-Sattar A., et Nizar NH Al-Anbaky. 2014.** « Integrated pest management for major date palm pests in Iraq ». <https://repo.mel.cgiar.org/items/a79e18fc-8e4c-4f71-9cfc-eab8962809e1>.
 19. **Ali, M. E. S., & Amar, M. H. (2020).** A systematic revision of Capparaceae and Cleomaceae in Egypt: An evaluation of the generic delimitations of Capparis and *Cleome* using ecological and genetic diversity. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18(1), 58.
 20. **Ali, Mahmoud El Sayd, et Mohamed Hamdy Amar. 2020.** « A systematic revision of Capparaceae and Cleomaceae in Egypt: an evaluation of the generic delimitations of Capparis and *Cleome* using ecological and genetic diversity ». *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 18(1):58.
 21. **Alili, D., & Mehalli, S. (2023).** Etude de l'évolution des populations de *Stethorus punctillum* Weise. (Coléoptère, Coccinellidae) prédateur de *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera, Diaspididae) dans quelques palmeraies de la région de Ouargla [Thesis, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA]. <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/35638>
 22. **Al-Karmadi, A., & Okoh, A. I. (2024).** An Overview of Date (*Phoenix dactylifera*) Fruits as an Important Global Food Resource. *Foods*, 13(7), 1024.
<https://doi.org/10.3390/foods13071024>
 23. **Alla, F., Jdaini, K., & Elhoumaizi, M. A. (2023).** Studies of anatomical and physical properties of date palm stem wood (*Phoenix dactylifera* L.). *Acta Horticulturae*, (1371), 501–506. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1371.67>
 24. **Al-Mutaani, J., Zourgui, L., & Missaoui, N. (2025).** Phytochemicals, bioactive compounds, and antimicrobial activities of *Ocimum basilicum*, *Teucrium polium*, *Cleome amblyocarpa*, and *Caralluma arabica* extracts: A comparative Omani study. *Cellular and Molecular Biology*, 71(3), 134–145.
<https://doi.org/10.14715/cmb/2025.71.3.16>
-

25. **Al-Qudah, M. A., Alhamzani, A. G., Al-Jaber, H. I., Migdadi, Z. F., Orabi, S. T. A., & Alakhras, A. I. (2025).** Triterpenes isolated from *Cleome amblyocarpa*: Evaluation of antioxidant potential. *RSC Advances*, 15(46), 38577–38584.
<https://doi.org/10.1039/D5RA04113A>
 26. **Alsaqer, A. A., Butt, A. I. K., & Al Nuwairan, M. (2024).** Investigating the Dynamics of Bayoud Disease in Date Palm Trees and Optimal Control Analysis. *Mathematics*, 12(10), 1487. <https://doi.org/10.3390/math12101487>
 27. **Al-Shuraym, L. A. M., Al-Keridis, L. A., Al-Dakhil, A. A., & Al-Qahtani, W. S. (2020).** The impact of onion-garlic mixture to control of *Rhynchophorus ferrugineus* in Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(8), 521–527.
 28. **Al-Talaqany, S. M., Marza, A. T., & Baiee, F. (2023).** A Date palm [*Phoenix dactylifera*]: Description, Components, Importance, and Medical Uses: A review. *Kufa Journal for Veterinary Medical Sciences*, 14(2), 42–53.
<https://doi.org/10.36326/kjvs/2023/v14i211950>
 29. **Alyousuf, Aqeel, Ali D. Shaaban, Mohammed M. Alderawii, et Huda M. Alsaadie. 2020.** « Monitoring and management of date palm borers by using light traps ». *Basrah Journal of Agricultural Sciences* 33(2):147-57.
 30. **Arif, M. A., & Guarino, S. (2026).** Efficacy of a single root drench application of thiamethoxam for the management of dubas bug and white date scale on date palms. *International Journal of Tropical Insect Science*. <https://doi.org/10.1007/s42690-026-01849-9>
 31. **Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K. M. (2013).** Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426–436.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
 32. **Bakir Çilesizoğlu, N., Yalçın, E., Çavuşoğlu, K., & Sipahi Kuloğlu, S. (2022).** Qualitative and quantitative phytochemical screening of *Nerium oleander* L. extracts associated with toxicity profile. *Scientific Reports*, 12(1), 21421.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-26087-0>
 33. **Balachowsky, A. S. (1962).** Entomologie appliquée à l'agriculture.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/647761e1f2e6fe92b367be4c>
 34. **Barathikannan, K., Sridhar, K., Rommala, M., Saleh, S. A., Tammina, S. K., Govindharaj, M., & Banat, F. (2026).** Stage-specific nutritional blueprints of date fruit revealed by integrated LC–MS metabolomics and ICP–OES profiling. *Npj Science of Food*. <https://doi.org/10.1038/s41538-026-00807-6>
 35. **Baz, M. M., Selim, A. M., Radwan, I. T., Alkhaibari, A. M., Gattan, H. S., Alruhaili, M. H., Alasmari, S. M., & Gad, M. E. (2024).** Evaluating larvicidal, ovicidal and growth inhibiting activity of five medicinal plant extracts on *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae), the West Nile virus vector. *Scientific Reports*, 14(1), 19660.
 36. **Bedford, G. O. 1980.** « Biology, ecology and control of palm rhinoceros beetles. » <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19800572655>.
 37. **Bedford, Geoffrey O. 2013.** « Biology and Management of Palm Dynastid Beetles: Recent Advances ». *Annual Review of Entomology* 58(1):353-72. doi:10.1146/annurev-ento-120710-100547.
-

38. **Benelli, G., Canale, A., Toniolo, C., Higuchi, A., Murugan, K., Pavela, R., & Nicoletti, M. (2017).** Neem (*Azadirachta indica*): Towards the ideal insecticide? *Natural Product Research*, 31(4), 369–386. <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1214834>
 39. **Benelli, G., Pavela, R., Iannarelli, R., Petrelli, R., Cappellacci, L., Cianfaglione, K., Afshar, F. H., Nicoletti, M., Canale, A., & Maggi, F. (2017).** Synergized mixtures of Apiaceae essential oils and related plant-borne compounds : Larvicidal effectiveness on the filariasis vector *Culex quinquefasciatus* Say. *Industrial crops and products*, 96, 186-195.
 40. **Benhissen, S., Bounadji, S., Kebaili, F. K., Belkhiri, N., Habbachi, W., Abbas, F., Smaili, S. A., & Rebbas, K. (2024).** Direct and delayed effect of the plant *Cleome amblyocarpa* Barratte & Murb (Capparidaceae) on the two species of (Blattodea) *Blattella germanica* (Linnaeus, 1767) and *Shelfordella lateralis* (Walker, 1868). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Biologia*, 69(2). <https://openurl.ebsco.com/fulltext/gcd:182637060?sid=ebsco:plink:crawler-gcd&id=ebsco:gcd:182637060&crl=f&jrnl=12218103>
 41. **Benziouche, S. E., Khechai, S., & Cheriet, F. (2024).** Environmental agricultural practices in the Ziban palm groves: Should we choose between yield and sustainability? *World Development Sustainability*, 5, 100187.
 42. **Bouabidi, A., Romdhane, M., Saadaoui, E., & DOI: 10.46793/BiolNyss.16.1.10B. (2025).** *Nerium oleander* L.: A review of diversity, toxicity, chemical compositions and biological activities. *Biologica Nyssana*, 16(1). <https://journal.pmf.ni.ac.rs/bionys/index.php/bionys/article/view/574>
 43. **Burmeister, H. (1832).** *Handbuch der entomologie* (Vol. 1). De Gruyter, Incorporated. https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=11E7AAAACAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Burmeister,+H.,+1875.+%E2%80%9CRevision+der+Dynastiden.%E2%80%9D+Handbuch+der+Entomologie,+Berlin.&ots=t1VgF9YZg-&sig=h2fqrsStQy85_SfbVV76mydXJtE
 44. **CABI. 2024.** « Efforts to Slow the Spread of Invasive Species in Hawai ‘i: a focus on integrated pest management strategies for the coconut rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* and the hala scale, *Thysanococcus pandani* ». PhD Thesis, University of Hawai‘i at Manoa.
 45. **Caesar, L. K., & Cech, N. B. (2019).** Synergy and antagonism in natural product extracts : When 1+ 1 does not equal 2. *Natural product reports*, 36(6), 869-888.
 46. **Calabrese, E. J., & Baldwin, L. A. (2001).** *Hormesis: U-shaped dose responses and their centrality in toxicology.* **Trends in Pharmacological Sciences**, 22(7), 285–291. [https://doi.org/10.1016/S0165-6147\(00\)01719-3](https://doi.org/10.1016/S0165-6147(00)01719-3)
 47. **Canton, H. (2021).** Food and agriculture organization of the United Nations—FAO. In *The Europa directory of international organizations 2021* (pp. 297–305). Routledge. <https://api.taylorfrancis.com/content/chapters/edit/download?identifierName=doi&identifierValue=10.4324/9781003179900-41&type=chapterpdf>
 48. **Celik, B. H., Zencirkiran, M., & Mutlu, S. S. (2025).** Analysis of the soil conditions in the natural habitats of a climate-resistant species *Nerium oleander* L. *Folia Horticulturae*, 37(1), 33–47. <https://doi.org/10.2478/fhort-2025-0004>
 49. **Chandran, P. R., Mohan, A. J., Archa, S., Nair, A. G., Ajith, P., & Krishnan, R. (2017).** Analysis of phytochemical constituents, anthelmintic and insecticidal properties
-

- of leaf extracts of *hyptis suaveolens* (L.) Poit.
<https://jpbs.in/archive/volume/5/issue/6/article/1991>
50. **Chaves, J. O., de Souza, M. C., da Silva, L. C., Lachos-Perez, D., Torres-Mayanga, P. C., Machado, A. P. da F., Forster-Carneiro, T., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A. V., Barbero, G. F., & Rostagno, M. A. (2020).** Extraction of Flavonoids From Natural Sources Using Modern Techniques. *Frontiers in Chemistry*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fchem.2020.507887>
51. **Cherif, R. (2020).** Comparative study of the biological activities of the aqueous extracts of two spontaneous plants harvested in the Algerian Sahara (arXiv:2006.07933). *arXiv*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.07933>
52. **CHOUIA, A., & GUERFI, Z. (2017).** Contribution à l'étude d'un nouveau ravageur de palmier dattier: *Oryctes agamemnon* Burmeister, 1875 (Coleoptera: Scarabaeidae) dans les palmeraies d'El-Oued Algérie. <http://dspace.univ-ghardaia.dz/jspui/bitstream/123456789/799/1/Contribution%20C3%A0%20l'E2%80%99%C3%A9tude%20d%27un%20nouveau%20ravageur%20de%20palmier%20dattier.pdf>
53. **CHOUIA, Abdelouahed, et Zoubir GUERFI. 2017.** « Contribution à l'étude d'un nouveau ravageur de palmier dattier: *Oryctes agamemnon* Burmeister, 1875 (Coleoptera: Scarabaeidae) dans les palmeraies d'El-Oued Algérie ». <http://dspace.univ-ghardaia.dz/jspui/bitstream/123456789/799/1/Contribution%20C3%A0%20l'E2%80%99%C3%A9tude%20d%27un%20nouveau%20ravageur%20de%20palmier%20dattier.pdf>.
54. **Collares, L. J., Turchen, L. M., & Guedes, R. N. C. (2023).** Research Trends, Biases, and Gaps in Phytochemicals as Insecticides: Literature Survey and Meta-Analysis. *Plants*, 12(2), 318. <https://doi.org/10.3390/plants12020318>
55. **Dafni, A., Kleinberger, A. G., Khatib, S. A., Petanidou, T., Natale, A. D., Cortis, P., Kozuharova, E., Aytaç, B., Blanché, C., & Benítez, G. (2026).** *Nerium oleander* L., a circum-Mediterranean study of the etymological, ecological, historical, mythological, and ethnobotanical roots of its vernacular names. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 22(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13002-026-00864-x>
56. **Dafni, A., Kleinberger, A. G., Khatib, S. A., Petanidou, T., Natale, A. D., Cortis, P., Kozuharova,**
57. **Dai, J., & Mumper, R. J. (2010).** *Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties*. *Molecules*, 15(10), 7313–7352.
<https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
58. **Djaoudene, O., Rodríguez-Solana, R., & Romano, A. (2026).** Valorization of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits and By-Products as High-Value Sustainable Products: A Comprehensive Review on Bioactive Composition, Health Benefits, and Industrial Applications. *Molecules*, 31(7), 1194.
<https://doi.org/10.3390/molecules31071194>
59. **Douglas, A. E. (1998).** Nutritional Interactions in Insect-Microbial Symbioses: Aphids and Their Symbiotic Bacteria *Buchnera*. *Annual Review of Entomology*, 43(Volume 43, 1998), 17–37. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.17>
-

60. **Ehsine, M'hammed, Mohamed Sadok Belkadhi, et M. Chaieb. 2009.** « Bio-ecologic observations on rhinoceros beetle *Oryctes agamemnon* (Burmeister 1847) on the palm dates Oasis of Rjim Maatoug in South-Western Tunisia ». *J. Arid Land Stud* 19:379-82.
 61. **Ehsine, M'hammed, Mohamed Sadok Belkadhi, et Mohamed Chaieb. 2019.** « Biotic potential of an exotic date palm pest specie: *Oryctes agamemnon* (Coleoptera: Scarabaeidae) ». *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development* 1(1):15-22.
 62. **Eichler, Wd. 2008.** « Waterhouse, D. F., & Norris, K.R. (1987): *Biological Control Pacific Prospects*. - Melbourne (Inkata Press): VIII + 454 S.; Geb. 130.- Austr. Doll. - ». *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 37(4-5):360-360. doi:10.1002/mmnd.19900370412.
 63. **El Namaky, A. H., El Sadawy, H. A., Al Omari, F., & Bahareth, O. M. (2020).** Insecticidal activity of *Punica granatum* L. extract for the control of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier)(Coleoptera: Curculionidae) and some of its histological and immunological aspects. *Journal of Biopesticides*, 13(1), 13–20.
 64. **El-Ayouty, M. M., Eltahawy, N. A., EL-sameaa, A. M. A., Badawy, A. M., Darwish, K. M., Elhady, S. S., Shokr, M. M., & Ahmed, S. A. (2024).** In vivo determination of analgesic and anti-inflammatory activities of isolated compounds from *Cleome amblyocarpa* and molecular modelling for the top active investigated compounds. *RSC Advances*, 14(34), 24503–24515. <https://doi.org/10.1039/D4RA04496G>
 65. **Eldesouky, S. E., Tawfeek, M. E., & Salem, M. Z. M. (2024).** The toxicity, repellent, and biochemical effects of four wild plant extracts against *Aphis gossypii* Glover and *Phenacoccus solenopsis* Tinsley: HPLC analysis of phenolic compounds. *Phytoparasitica*, 52(5), 98. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01212-z>
 66. **El-Shafie, H. A. (2019).** The use of phosphine as curative treatment against date palm borers. *Outlooks on Pest Management*, 30(5), 204–207.
 67. **El-Shafie, H. A. F. (2012).** *Insect pests of date palm and their management*. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 3(1), 1–20.
 68. **ENDRÖDI, S. (1985).** *The Dynastinae of the World* Eds. Dr. W. Junk Publishers & Akademiai Kiado, The Hague, The Netherlands & Budapest
 69. **Faci, M., Boultif, M., Matallah, M. E., & Nia, B. (2023).** (PDF) Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*) in Tolga palm groves in 2021. ResearchGate. <https://doi.org/10.32406/v6n1/2023/8-24/agrariacad>
 70. **FAO. (2002).** CHAPTER I: BOTANICAL AND SYSTEMATIC DESCRIPTION OF THE DATE PALM. https://www.fao.org/4/Y4360E/y4360e05.htm?utm_source=chatgpt.com
 71. **Farkhondeh, T., Kianmehr, M., Kazemi, T., Samarghandian, S., & Khazdair, M. (2020).** Toxicity effects of *Nerium oleander*, basic and clinical evidence: A comprehensive review. *Human & Experimental Toxicology*, 39(6), 773–784. <https://doi.org/10.1177/0960327120901571>
 72. **FOA. (2006).** الوصف النباتي والمنهجي لتخليخ التمر، منظمة الأغذية والزراعة. https://www.growables.org/information/TropicalFruit/PhoenixDactyliferaFAO.htm?utm_source=chatgpt.com
 73. **Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984).** *Statistical Procedures for Agricultural Research* (2nd ed.). John Wiley & Sons, New York.
 74. **Hacene, L. (2023).** Morphological and anatomical comparison of leaves of date palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L) grown in the southeastern region (Algeria).
-

75. **Hakima, I.-I., Lakhdar, D. M., Mohamed, B., & Hafed, E. (2021).** LA PRESERVATION DES CULTIVARS DE PALMIERS DATTIERS SOURCE DE DURABILITE DU SYSTEME PHENICICOLE: CAS DE LA REGION DE OUARGLA. 11.
 76. **Harborne, J. B. (1998).** Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis (3rd ed.). Chapman & Hall.
 77. **Harouak Hazim, Ibijbijen Jamal, & Nassiri Laila. (2022).** (PDF) Plants Mixture Approach: Effect of Extraction Methods on Polyphenolic Content of Some Medicinal Plants Used against Oral Disorder. ResearchGate.
<https://doi.org/10.48347/IMIST.PRSM/ajmap-v8i1.27042>
 78. **Hassan, R., Raza, A. B. M., Majeed, M. Z., & Hamid, M. I. (2022).** Laboratory evaluation of selected botanical and microbial formulations against khapra beetle *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 35(1), 154–164.
<https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2022/35.1.154.164>
 79. **Howard, F. W., Moore, D., Giblin-Davis, R. M., & Abad, R. G. (2001).** Sap-feeders on palms. *Insects on Palms*, 1, 109–232.
 80. **Hussein, H. S., Idriss, M. H., El-Gayar, F. H., Mousa, H. Y. S., & Salem, M. Z. M. (2025).** Comparative efficacy of plant derived extracts with the insecticide mospilan on two whitefly species *Bemisia tabaci* biotype B and *Trialeurodes ricini*. *Scientific Reports*, 15(1), 1970. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84958-0>
 81. **Iqbal, P. J. (2012).** Phytochemical screening of certain plant species of Agra city. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 2(4), 135–138.
 82. **Isman, M. B. (2006).** BOTANICAL INSECTICIDES, DETERRENTS, AND REPELLENTS IN MODERN AGRICULTURE AND AN INCREASINGLY REGULATED WORLD. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 45-66.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
 83. **Isman, M. B. (2020).** Botanical Insecticides in the Twenty-First Century—Fulfilling Their Promise? *Annual Review of Entomology*, 65(1), 233-249.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>
 84. **Isman, M. B. (2026).** Routes to Production of Plant Natural Products for Use as Active Ingredients in Bioinsecticides. <https://books.rsc.org/books/edited-volume/2489/chapter/8846887>
 85. **Janssens, André. 1942.** « Contribution a l'étude des coléoptères lamellicornes coprophages. V. Quelques Onitides nouveaux ou peu connus ». *Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique* 18(2):1-9.
 86. **Joshi, T., Agrawal, K., Mangal, M., Deepa, P. R., & Sharma, P. K. (2024).** Measurement of antioxidant synergy between phenolic bioactives in traditional food combinations (legume/non-legume/fruit) of (semi) arid regions: Insights into the development of sustainable functional foods. *Discover Food*, 4(1), 11.
<https://doi.org/10.1007/s44187-024-00082-y>
 87. **Kadri, Karim, Monia Jemni, Mohammed Mesnoui, Shyam Sundar Sharma, Anoop Anand Malik, Souhayla Makhoulouf, et Mohammed Elsafy. 2024.** « Study on the Effects of Pollen Sources on the Agronomic, Biochemical, Mineral, and Pomological Traits of Date Palm (*Phoenix Dactylifera* L.) Cv “Deglet Nour” Fruits in Degache Oases
-

Références bibliographiques

- (Tunisia) ». *Genetic Resources and Crop Evolution* 71(7):3721-33. doi:10.1007/s10722-024-01885-9.
88. **Kaouthar, L.-G., Sabrine, A., Hajer, S., Asma, C., Wiem, H., Sahar, Z., & Rafika, A. (2020).** Les moyens alternatifs de lutte en agriculture biologique en Tunisie, cas de la pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) et de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Revue Des Régions Arides*, 46(1), 331–344.
89. **Khalaf, Mohammed Zaidan. 2018.** « IPM of date palm borers ». *Date palm pests and diseases* 75-91.
90. **Khalaf, Mohammed. 2013.** « First record of Arabian rhinoceros beetle, *Oryctes agamemnon arabicus* Fairmaire on date palm trees in Iraq ». *Agriculture and Biology Journal of North America*.
<https://www.academia.edu/download/70131646/0f2b1f42d0a712c5915c5410d541b2c85c16.pdf>.
91. **Khierallah, Hussam S. M., Saleh M. Bader, Kadhim M. Ibrahim, et Ibrahim J. Al-Jboory. 2015.** « Date Palm Status and Perspective in Iraq ». P. 97-152 in *Date Palm Genetic Resources and Utilization*, édité par J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, et D. V. Johnson. Dordrecht: Springer Netherlands.
92. **Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013).** Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. *Molecules*, 18(2), 2328–2375.
<https://doi.org/10.3390/molecules18022328>
93. **Khoualdia, O., Abdelmajid Rhouma, J. P. Marro, et Jacques Brun. 1997.** « Premières observations sur *Oryctes agamemnon*, ravageur du palmier dattier en Tunisie ». *Fruits* 52(2):111-15.
94. **Khudhair, M. W., M. Z. Khalaf, H. F. Alrubeai, A. K. Shbar, B. S. Hamad, et H. S. Khalaf. 2015.** « Evaluating the virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) and *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) isolates to Arabian rhinoceros beetle, *Oryctes agamemnon arabicus* ». *Journal of Entomological and Acarological Research* 47(5180):5180.
95. **Kumar, D., Hassan, M. A., Naranjo, M. A., Agrawal, V., Boscaiu, M., & Vicente, O. (2017).** Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander L.*). *PLOS ONE*, 12(9), e0185017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185017>
96. **Kurin, E., Dokupilová, S., Račková, L., Mučaji, P., & Bittner Fialová, S. (2026).** Intraplant and Interspecific Antioxidant Interactions in *Origanum vulgare* and *Mentha aquatica*. *Molecules*, 31(7), 1110. <https://doi.org/10.3390/molecules31071110>
97. **Lepesme, P. 1947.** « Les insectes des palmiers. Paul Lechevalier ». Editeurs, Paris.
98. **Lever, R. J. A. W. (1969).** *Pests of the coconut palm (Vol. 7)*. Food & Agriculture Org.
[https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=xcW4ivSMcWIC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Lever,+R.+J.+A.+W.+\(1979\).+Pests+of+the+Coconut+Palm.+FAO,+Rome.&ots=Ij1QT__Jye&sig=gAsFjl4D031IU2UG0vNaJF7RZvE](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=xcW4ivSMcWIC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Lever,+R.+J.+A.+W.+(1979).+Pests+of+the+Coconut+Palm.+FAO,+Rome.&ots=Ij1QT__Jye&sig=gAsFjl4D031IU2UG0vNaJF7RZvE)
99. **Lever, Robert John Aylwin Wallace. 1969.** *Pests of the coconut palm. Vol. 7*. Food & Agriculture Org.
100. **Liu, C., Yang, M., Li, M., Jin, Z., Yang, N., Yu, H., & Liu, W. (2024).** Climate Change Facilitates the Potentially Suitable Habitats of the Invasive Crop Insect
-

- Ectomyeloid ceratoniae (Zeller). *Atmosphere*, 15(1), 119.
<https://doi.org/10.3390/atmos15010119>
101. **Madaci, B., Merghem, R., Doumandji, B., & Soltani, N. (2008).** EFFET DU NERIUM OLEANDER, LAURIER-ROSE, (APOCYNACEES) SUR LE TAUX DES PROTEINES, L'ACTIVITE DE L'ACHE ET LES MOUVEMENTS DES VERS BLANCS RHIZOTROGINI, (COLEOPTERA SCARABAEIDAE). *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 73–78.
 102. **Madeira, F., Lumbierres, B., & Pons, X. (2022).** Contribution of Surrounding Flowering Plants to Reduce Abundance of *Aphis nerii* (Hemiptera: Aphididae) on Oleanders (*Nerium oleander* L.). *Horticulturae*, 8(11), 1038.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae8111038>
 103. **Matthew, L., Ryan Joung, M., Mac Low, M.-M., Benjamin, R. A., Matthew Haffner, L., Klingenberg, C., Waagan, K., & Hill, A. S. (2012).** VERTICAL STRUCTURE OF A SUPERNOVA-DRIVEN TURBULENT, MAGNETIZED INTERSTELLAR MEDIUM. *The Astrophysical Journal*, 750(2), 104. <https://doi.org/10.1088/0004-637X/750/2/104>
 104. **Mbaye, A. L., Diouf, A. M., Deh, M., Ghait, H., Khayi, S., Lahlali, R., Barakate, M., & Rchiad, Z. (2026).** Comparative genomics of *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Albedinis* reveals the effector repertoire and molecular arsenal for date palm infection. *BMC Plant Biology*. <https://doi.org/10.1186/s12870-026-08659-8>
 105. **Meena, R., Chaudhary, M. K., Gurjar, P. S., Rane, J., Singh, A. K., Yadav, L. P., Kumawat, K. L., Singh, D., Chaudhary, B. R., Jatav, M. K., Singh, R. S., Siddiqui, M. H., Alamri, S., & Khan, S. (2025).** Morphological diversity assessment in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) germplasms grown under hot arid region of India. *BMC Plant Biology*, 25(1), 1159. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07194-2>
 106. **Mohadjerani, M. (2012).** Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of *Nerium oleander* L. Grown in North of Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research : IJPR*, 11(4), 1121–1126.
 107. **Montgomery, D. C. (2019).** *Design and Analysis of Experiments* (10th ed.). John Wiley & Sons.
 108. **Monyela, S., Kayoka, P. N., Ngezimana, W., & Nematodzi, L. E. (2024).** Evaluating the metabolomic profile and anti-pathogenic properties of Cannabis species. *Metabolites*, 14(5), 253.
 109. **Mordue, A. J., & Nisbet, A. J. (2000).** Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: Its action against insects. *Anais Da Sociedade Entomológica Do Brasil*, 29(4), 615–632.
 110. **Moustafa, Abdelraouf A., Yasmin Khalil, Menna Khalaf, Roba Elganainy, Mohamed Zaghoul, Samira Mansour, Wael Hozzein, Areej Alkhalal, et Monier Abd El-Ghani. 2026.** « Biodiversity conservation challenges in Wadi El-Gemal, Egypt: A Hotspot under pressure ». *Ecological Questions* 37(2) :1-32.
 111. **Namadou, Z. K., Bakai, M.-F., Simalou, O., Kasseney, B. D., Elo, K., Dossouvi, D. S., Adande, K., & Kpeg, K. (2023).** Insecticidal activity of ethanolic extract and essential oil of *Croton hirtus* L. Her on *Amitermes evuncifer* Silvestri. *Int J Chem Stud*, 11(6), 07–15.
 112. **Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010).** Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 101(1), 372–378.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>
-

113. **Nia, B. (2023).** Date moth : Current status and management review in Algerian arid zones. *Annals of Arid Zone*, 62(4), 275-280.
 114. **Olszowy-Tomczyk, M., & Wianowska, D. (2023).** Antioxidant Properties of Selected Flavonoids in Binary Mixtures—Considerations on Myricetin, Kaempferol and Quercetin. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(12), 10070. <https://doi.org/10.3390/ijms241210070>
 115. **Omer, N. A. K., & Taha, S.-A. K. (2014).** Insecticidal Effect of Some Botanical Formulations on Mortality of Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* Herbst [Thesis, Sudan University of Science and Technology]. [https:// repository.sustech.edu/handle/ 123456789 /10126](https://repository.sustech.edu/handle/123456789/10126)
 116. **Otabor, J. I., Egbon, I., Toews, M. D., & Uyi, O. (2025).** The Double-Edged Sword: Local Perspectives on the Spread, Impact, Management, and Uses of the Invasive *Chromolaena odorata* in Southern Nigeria. *Sustainability*, 17(8), 3514. <https://doi.org/10.3390/su17083514>
 117. **Pandey, A., Ahmad, M., Mohd Ahmad, Shabana Khatoon, Shadma Wahab, & Om Prakash. (2024).** Phytochemical and Pharmacological Attributes of *Nerium oleander*: A Review. *Current Nutrition & Food Science*, 20(5), 570–585. <https://doi.org/10.2174/1573401319666230522160742>
 118. **Paulian, Renaud. 1941.** « Les premiers états des Staphyloidea ».
 119. **Pavela, R. (2004).** Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*, 75(7), 745–749. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2004.08.005>
 120. **Pavela, R. (2015).** Acute toxicity and synergistic and antagonistic effects of the aromatic compounds of some essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say larvae. *Parasitology Research*, 114(10), 3835-3853. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4614-9>
 121. **Pavela, R. (2015).** Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. *Industrial Crops and Products*, 76, 174–187.
 122. **Pavela, R., & Benelli, G. (2016).** Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000–1007.
 123. **Pavela, R., Kovaříková, K., & Novák, M. (2025).** Botanical antifeedants: An alternative approach to pest control. *Insects*, 16(2), 136.
 124. **Pereira, V., Figueira, O., & Castilho, P. C. (2024).** Flavonoids as Insecticides in Crop Protection—A Review of Current Research and Future Prospects. *Plants*, 13(6), 776. <https://doi.org/10.3390/plants13060776>
 125. **Plaskova, A., & Mlcek, J. (2023).** New insights of the application of water or ethanol-water plant extract rich in active compounds in food. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118761>
 126. **Rahman, H., Vikram, P., Hammami, Z., & Singh, R. K. (2022).** Recent advances in date palm genomics: A comprehensive review. *Frontiers in Genetics*, 13, 959266. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.959266>
 127. **Rais, S., Saadi, I., Kontschán, J., Boumaraf, B., Guimeur, K., & Bouazzi, H. (2025).** Morphological and Molecular Identification of *Oryctes* (Coleoptera: Scarabaeidae) Collected from Date Palm Plantations in Algeria1. *Journal of Entomological Science*, 60(2), 236–243.
 128. from Date Palm Plantations in Algeria1. *Journal of Entomological Science*, 60(2), 236-243.
-

129. **Rajčević, N., Bukvički, D., Dodoš, T., & Marin, P. D. (2022).** Interactions between natural products—A review. *Metabolites*, 12(12), 1256.
 130. **Rashwan, R. S., & Hammad, D. M. (2020).** Toxic effect of *Spirulina platensis* and *Sargassum vulgare* as natural pesticides on survival and biological characteristics of cotton leaf worm *Spodoptera littoralis*. *Scientific African*, 8, e00323.
 131. **Redha, A. A. (2020).** Phytochemical Investigations of *Nerium Oleander* L. Leaves and Flowers. *International Journal of Scientific Research in Chemical Sciences*, 7(4), 1–4.
 132. **Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012).** Essential Oils in Insect Control : Low-Risk Products in a High-Stakes World. *Annual Review of Entomology*, 57(1), 405-424. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
 133. **Rm, K., Antony, G., Arvind, K., Godwin, J., GK, P., & Grace, T. (2021).** Draft genome sequence, annotation and SSR mining data of *Oryctes rhinoceros* Linn.(Coleoptera: Scarabaeidae), the coconut rhinoceros beetle. *Data in Brief*, 38, 107424–107424.
 134. **Saleem, A.-R., & Ibrahim, R. A. (2019).** Assessment of the virulence and proteolytic activity of three native entomopathogenic fungi against the larvae of *Oryctes agamemnon* (Burmeister) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0120-1>
 135. **Salomón-Torres, R., Krueger, R., García-Vázquez, J. P., Villa-Angulo, R., Villa-Angulo, C., Ortiz-Uribe, N., Sol-Uribe, J. A., & Samaniego-Sandoval, L. (2021).** Date Palm Pollen: Features, Production, Extraction and Pollination Methods. *Agronomy*, 11(3), 504. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030504>
 136. **Sana, R., Inesse, S., & Jenó, K. (2025).** Description of morphological characteristics of arabian rhinoceros beetle, *Oryctes agamemnon arabicus*, of date palms in Algeria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1455(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1455/1/012004>
 137. **Santoro, A. (2023).** Traditional oases in Northern Africa as multifunctional agroforestry systems: A systematic literature review of the provided Ecosystem Services and of the main vulnerabilities. *Agroforestry Systems*, 97(1), 81–96. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00789-w>
 138. **Sargin, S. (2021).** Micro-Morphological, Anatomical and Statistical Correlative Evaluation Between Different Altitudes and Leaf Structural Features of *Nerium oleander* L. (Apocynaceae), Growing in the Middle-West Taurus, Turkey. 14, 1–9. <https://doi.org/10.36478/brj.2021.1.9>
 139. **Sejpal, M. A., Shi, L., Xie, R., Ghafour, K., Ahmadi, F., & Suleria, H. A. R. (2025).** Date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.): Structure, ripening, nutrition, and applications. *Discover Chemistry*, 2(1), 169. <https://doi.org/10.1007/s44371-025-00248-2>
 140. **Selsabil Zerzour, Ahlam Maâtouk et El Hadj El Bouti Dhouadi. (2025).** Étude de l'efficacité des extraits de *Nerium oleander* et *Cleome amblyocarpa* dans la lutte contre *Oryctes agamemnon* attaquant le palmier dattier, mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de professeur de l'enseignement secondaire en sciences naturelles, École Normale Supérieure de Ouargla, 2025.
 141. **Senthil-Nathan, S. (2013).** Physiological and biochemical effect of neem and other Meliaceae plants secondary metabolites against Lepidopteran insects. *Frontiers in Physiology*, 4, 359.
-

142. **Shafiq, Y., Naqvi, S. B. S., Rizwani, G. H., Asghar, M. A., Bushra, R., Ghayas, S., Rehman, A. A., & Asghar, M. A. (2021).** A mechanistic study on the inhibition of bacterial growth and inflammation by Nerium oleander extract with comprehensive in vivo safety profile. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1), 135. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03308-z>
143. **Shalaby, H. A., El Khateeb, R. M., El Namaky, A. H., Ashry, H. M., Kandil, O. M., & Abou El Dobal, S. K. A. (2016).** Larvicidal activity of camphor and lavender oils against sheep blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1475–1482. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0715-8>
144. **Sharma, R., Singh, S., Tewari, N., & Dey, P. (2023).** Un arbuste toxique devenu thérapeutique: La dichotomie des bioactivités du laurier-rose (*Nerium oleander*). *Toxicon*, 224, 107047. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2023.107047>
145. **Soliman, Sameh SM, Mohamed Abouleish, Maged MM Abou-Hashem, Alshaimaa M. Hamoda, et ali A. El-Keblawy. 2019.** « Lipophilic metabolites and anatomical acclimatization of *Cleome amblyocarpa* in the drought and extra-water areas of the arid desert of UAE ». *Plants* 8(5):132.
146. **Soltani N., et al., 2011.** Descriptive Study of Damage Caused by *Oryctes agamemnon* and Its Influence on Date Palm Oases of Rjim Maatoug, Tunisia. *Journal of Insect Science*, 11(136), pp. 1–11.
147. **Soltani, R. 2004.** « *Oryctes agamemnon* Burmeister (Coleoptera, Scarabaeidae): Contribution à l'étude de sa biologie et de ses dégâts dans les Oasis du Djérid au Sud tunisien ». Diplôme des Etudes Approfondies.
148. **Soltani, Rasmi, Ikbel Chaieb, et Med Habib Ben Hamouda. 2008.** « The life cycle of the root borer, *Oryctes agamemnon*, under laboratory conditions ». *Journal of Insect Science* 8(1):61.
149. **Soltani, Rasmi. 2014.** « Observations on the biology and the ecology of *Oryctes agamemnon arabicus*, a pest of date palm tree in southwest Tunisia. » <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153170183>.
150. **Srivastava, P. K., Singh, V. P., Singh, A., Tripathi, D. K., Singh, S., Prasad, S. M., & Chauhan, D. K. (2020).** Pesticides in crop production: Physiological and biochemical action. John Wiley & Sons. [https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=ugDMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP16&dq=Damalas,+C.+A.,+%26+Koutroubas,+S.+D.+\(2020\).+Pesticide+exposure+and+environmental+risks+in+agricultural+systems.+International+Journal+of+Environmental+Research+and+Public+Health,+17\(20\),+7576.&ots=1JmKAcKezl&sig=MP1J6bqqLgTWJ4ivcNwJ6wyBpi4](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=ugDMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP16&dq=Damalas,+C.+A.,+%26+Koutroubas,+S.+D.+(2020).+Pesticide+exposure+and+environmental+risks+in+agricultural+systems.+International+Journal+of+Environmental+Research+and+Public+Health,+17(20),+7576.&ots=1JmKAcKezl&sig=MP1J6bqqLgTWJ4ivcNwJ6wyBpi4)
151. **Tabein, S., Nazarpour, D., Hegazy, A., Rasekh, A., Furlong, M. J., & Etebari, K. (2025).** تستوطن مجتمعات فيروسية متنوعة أمعاء خنافس وحيد القرن التي تعيش على نخيل التمر (*Oryctes* spp.). *Journal of Invertebrate Pathology*, 211, 108321. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2025.108321>
152. **Tariq, A. M. (2020).** Using rhabditiis blumi sudhaus as biological agents to control the palp borer, Arabian rhinoceros beetle, *Oryctes agamemnon arabicus*. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 51(2), 657–664.
153. **Ullah, S., Khan, M., & Qiao, X. (2025).** Evaluating the impact of urbanization patterns on LST and UHI effect in Afghanistan's Cities: A machine learning approach for
-

- sustainable urban planning. *Environment, Development and Sustainability*.
<https://doi.org/10.1007/s10668-025-06249-6>
154. **Wakil, W., Faleiro, J. R., Miller, T. A., Bedford, G. O., & Krueger, R. R. (2015).** Date Palm Production and Pest Management Challenges. In W. Wakil, J. Romeno Faleiro, & T. A. Miller (Eds.), *Sustainable Pest Management in Date Palm: Current Status and Emerging Challenges* (pp. 1–11). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-24397-9_1
155. **Walter S. Abbott, J. J. (1925).** The Value of the Dry Substitutes for Liquid Lime Sulphur as a Control for San Jose Scale. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265.
<https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265>
156. **World Health Organization (WHO). (2016).** Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. World Health Organization.
<https://iris.who.int/handle/10665/85890>
157. **Ye, M., Nayak, B., Xiong, L., Xie, C., Dong, Y., You, M., Yuchi, Z., & You, S. (2022).** The role of insect cytochrome P450s in mediating insecticide resistance. *Agriculture*, 12(1), 53.
158. **Zaid, R., Canela-Garayoa, R., Ortega-Chacón, N. M., & Mouhouche, F. (2022).** Phytochemical analyses and toxicity of *Nerium oleander* (Apocynaceae) leaf extracts against *Chaitophorus leucomelas* Koch, 1854 (Homoptera: Aphididae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(5), 310–317.
159. **Zdybicka-Barabas, A., Stańczek, S., Kunat-Budzyńska, M., & Cytryńska, M. (2025).** Innate Immunity in Insects: The Lights and Shadows of Phenoloxidase System Activation. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(3), 1320.
<https://doi.org/10.3390/ijms26031320>
160. **Zehdi-Azouzi, S., Cherif, E., Moussouni, S., Gros-Balthazard, M., Abbas Naqvi, S., Ludeña, B., Castillo, K., Chabrillange, N., Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Si-Dehbi, F., Abdoukader, S., Daher, A., Terral, J.-F., Santoni, S., Ballardini, M., Mercuri, A., Ben Salah, M., Kadri, K., ... Aberlenc-Bertossi, F. (2015).** Genetic structure of the date palm (*Phoenix dactylifera*) in the Old World reveals a strong differentiation between eastern and western populations. *Annals of Botany*, 116(1), 101–112. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv068>
161. **Zhai, J., Dong, X., Yan, F., Guo, H., & Yang, J. (2022).** Oleandrin: A Systematic Review of its Natural Sources, Structural Properties, Detection Methods, Pharmacokinetics and Toxicology. *Frontiers in Pharmacology*, 13.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2022.822726>
162. **Zhang, P., Qin, D., Chen, J., & Zhang, Z. (2020).** Plants in the Genus *Tephrosia*: Valuable Resources for Botanical Insecticides. *Insects*, 11(10), 721.
<https://doi.org/10.3390/insects11100721>
-

Annexes

Annexes

Annexe 01 : Appareils utilisés



Four Pasteur: séchage



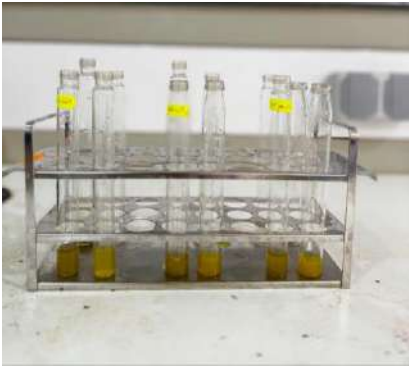
Broyeur électrique



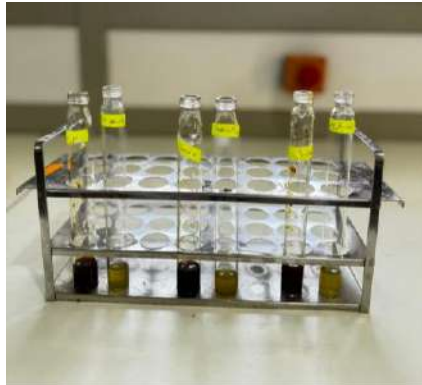
Spectromètre optique pour la détection et la quantification photochimique des composés actifs

Annexes

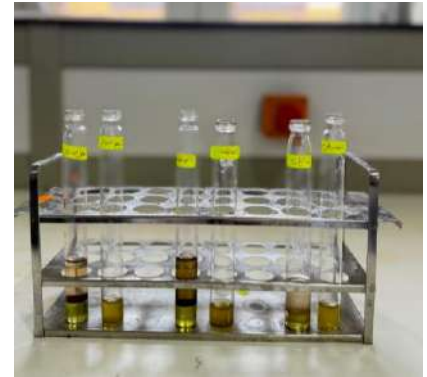
Annexe 02 : Explication des résultats de criblage des composés actifs présents dans les extraits végétaux



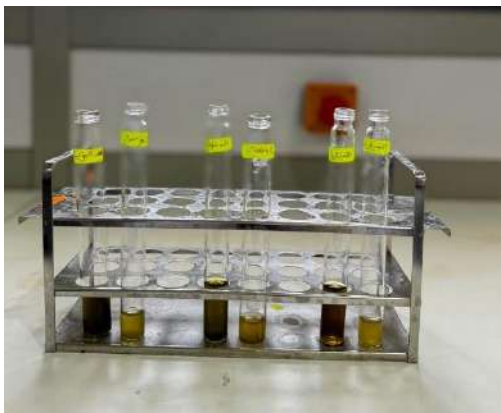
Détection des flavonoïdes



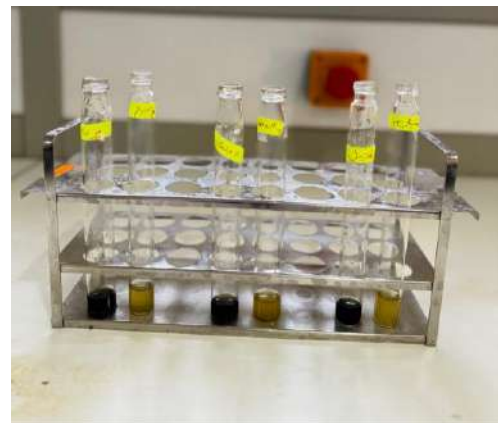
Détection des stéroïdes



Détection des terpénoïdes



Détection des alcaloïdes



Détection des tanins

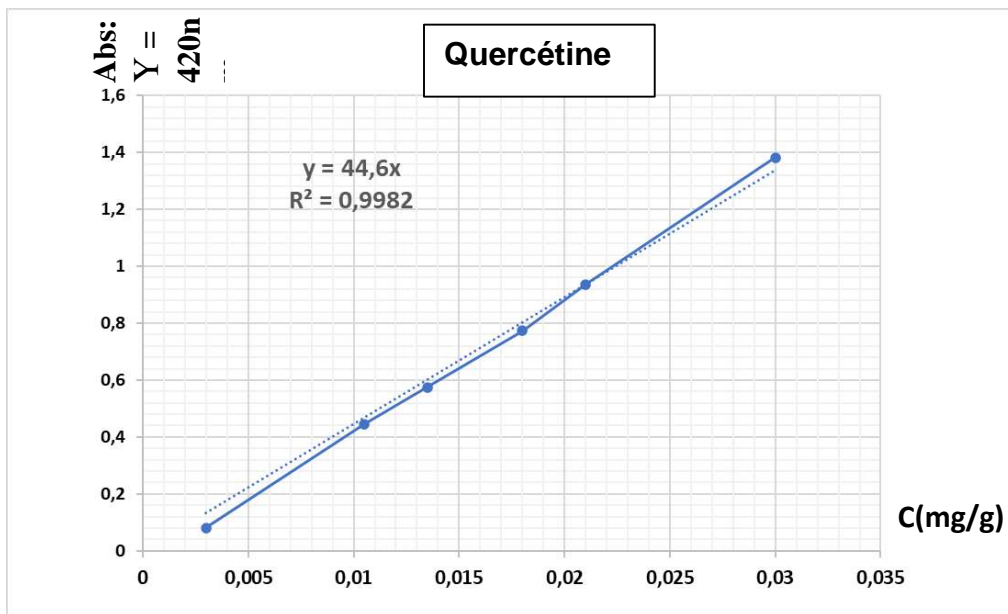
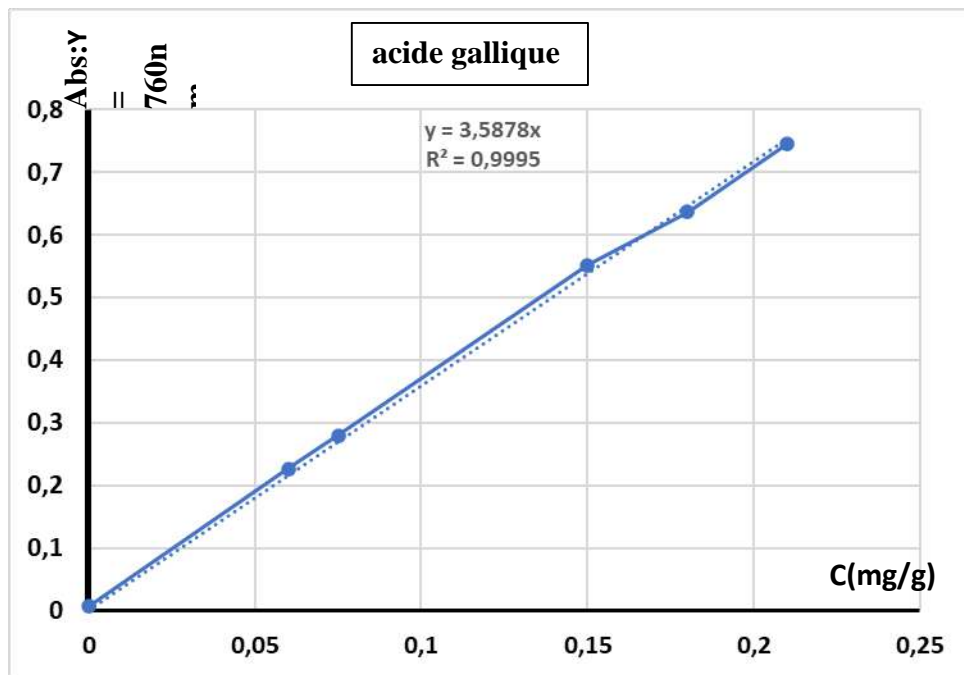


Détection des sucres réducteurs



Annexes

Annexe 03 Courbes standard.



المخلص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم الفعالية الحشرية للمستخلصات الكحولية المائية لنباتي الدفلي (Nerium oleander) والنتيل (Cleome amblyocarpa) ومزيجهما ضد يرقات حشرة Oryctes agamemnon ، وذلك بهدف استكشاف إمكانية استخدامها كبديل بيئي وآمن للمبيدات الكيميائية التقليدية. تمت إزالة الدهون من المادة النباتية باستعمال الكلوروفورم لمدة 20 ساعة، ثم أجريت عملية الاستخلاص باستعمال مزيج إيثانول/ماء (7:3). كما تم إجراء التحاليل الكيميائية النباتية للكشف عن المركبات الفعالة وتقدير محتواها الكمي، بالإضافة إلى حساب مردودية الاستخلاص. أجريت الاختبارات البيولوجية باستعمال تراكيز 1% و 10% و 25% و 50% على يرقات الطور الثالث للحشرة، مع متابعة تطور الوزن ونسبة الوفيات والتغيرات المورفولوجية، فضلاً عن تقدير قيم LD50 باستخدام تحليل البروبيت (Probit). أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية النباتية وجود العديد من المركبات الحيوية الفعالة، من بينها الفلافونويدات والمركبات الفينولية والقلويدات والتربينويدات. كما سجل مزيج المستخلصات أعلى نسبة وفيات بلغت 62% عند تركيز 50%، يليه مستخلص الكليوم بنسبة 55% ثم مستخلص الدفلي بنسبة 42%. وأدت المعاملات المختلفة إلى انخفاض ملحوظ في وزن اليرقات وظهور تشوهات مورفولوجية تمثلت أساساً في الشلل واسوداد الأنسجة، مما يدل على اضطراب واضح في النمو والعمليات الاستقلابية. تؤكد هذه النتائج الإمكانيات الواعدة للمستخلصات النباتية المدروسة كعوامل فعالة في مكافحة الحيوية، وتبرز أهميتها ضمن استراتيجيات الإدارة المتكاملة والمستدامة للآفات الزراعية، خاصة في النظم الواحية والصحراوية، مع ضرورة مواصلة الدراسات لتقييم فعاليتها في الظروف الحقلية وتطوير بدائل نباتية آمنة وصديقة للبيئة قابلة للتطبيق العملي.

الكلمات المفتاحية:

خنفساء النخيل الصحراوية، *Nerium oleander* ، *Cleome amblyocarpa* ، التأثير المبيد للحشرات، المستخلصات الكحولية المائية، ، مكافحة الحيوية.

Résumé :

Cette étude a eu pour objectif d'évaluer l'efficacité insecticide des extraits hydroalcooliques de *Nerium oleander*, de *Cleome amblyocarpa* ainsi que de leur mélange contre les larves d'*Oryctes agamemnon*, afin d'explorer leur potentiel en tant qu'alternative écologique et sûre aux pesticides chimiques conventionnels. La matière végétale a été préalablement délipidée au chloroforme pendant 20 heures, puis soumise à une extraction à l'aide d'un mélange éthanol/eau (7 : 3). Des analyses phytochimiques ont été réalisées afin d'identifier les principaux composés bioactifs et d'en estimer la teneur, en plus du calcul du rendement d'extraction. Les essais biologiques ont été conduits sur des larves de troisième stade en utilisant des concentrations de 1 %, 10 %, 25 % et 50 %. L'évolution du poids, le taux de mortalité ainsi que les modifications morphologiques ont été suivis, et les valeurs de DL50 ont été déterminées à l'aide de l'analyse Probit. Les résultats des analyses phytochimiques ont révélé la présence de plusieurs métabolites secondaires bioactifs, notamment les flavonoïdes, les composés phénoliques, les alcaloïdes et les terpénoïdes. Le mélange des extraits a enregistré le taux de mortalité le plus élevé, atteignant 62 % à la concentration de 50 %, suivi par l'extrait de *C. amblyocarpa* avec 55 %, puis par celui de *N. oleander* avec 42 %. Les différents traitements ont également provoqué une diminution significative du poids des larves ainsi que l'apparition de diverses anomalies morphologiques, principalement une paralysie et un noircissement des tissus, traduisant une perturbation marquée de la croissance et des processus métaboliques.

Ces résultats confirment le potentiel prometteur des extraits végétaux étudiés comme agents de lutte biologique et soulignent leur intérêt dans le cadre des stratégies de gestion intégrée et durable des ravageurs agricoles, particulièrement dans les écosystèmes oasiens et sahariens. Toutefois, des études complémentaires demeurent nécessaires afin d'évaluer leur efficacité dans les conditions de terrain et de développer des alternatives végétales sûres, écologiques et applicables à grande échelle.

Mots-clés : *Oryctes agamemnon*, *Nerium oleander*, *Cleome amblyocarpa*, activité insecticide, extraits hydroalcooliques, biocontrôle.

abstract:

This study aimed to evaluate the insecticidal efficacy of the hydroalcoholic extracts of *Nerium oleander*, *Cleome amblyocarpa*, and their mixture against the larvae of *Oryctes agamemnon*, with the objective of exploring their potential as an environmentally friendly and safe alternative to conventional chemical pesticides. The plant material was first defatted using chloroform for 20 hours and then subjected to extraction with an ethanol/water mixture (7:3). Phytochemical analyses were conducted to identify the main bioactive compounds and estimate their contents, in addition to determining the extraction yield. Biological assays were carried out on third-instar larvae using concentrations of 1%, 10%, 25%, and 50%. Changes in larval weight, mortality rate, and morphological alterations were monitored, and the LD50 values were estimated using Probit analysis. The phytochemical screening revealed the presence of several bioactive secondary metabolites, including flavonoids, phenolic compounds, alkaloids, and terpenoids. The extract mixture exhibited the highest mortality rate, reaching 62% at the 50% concentration, followed by *C. amblyocarpa* extract with 55% and *N. oleander* extract with 42%. The different treatments also caused a significant reduction in larval weight and induced various morphological abnormalities, mainly paralysis and tissue blackening, indicating marked disturbances in growth and metabolic processes.

These findings highlight the promising potential of the studied plant extracts as biological control agents and emphasize their importance within integrated and sustainable pest management strategies, particularly in oasis and desert ecosystems. Further studies are, however, required to assess their effectiveness under field conditions and to develop safe, eco-friendly plant-based alternatives suitable for practical application.

.Keywords: *Oryctes agamemnon*, *Nerium oleander*, *Cleome amblyocarpa*, insecticidal activity, hydroalcoholic extracts, biocontrol.