

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

العلمي والبحث العالي التعليم وزارة

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955-سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955-SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences biologiques.

Spécialité : Biochimie appliquée

Intitulé :

**Impact de molécules : chimique et naturelle
sur les Culicidés et la faune associée**

Présenté Par :-Boulahdid Rekia

-Boumali Hiba

-Fedji Meriem

-Guerrouk Ikram

Membre de Jury:

M. BASLI Abd El Kader	(Pr)	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mme. BENDJEDID Madiha	(MCB)	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Melle. BOUSHABA Sara	(MCB)	Examineur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah pour nous avoir accordé la santé, la volonté, le courage et la patience indispensables à l'élaboration de ce mémoire.

Tout d'abord, nous remercions notre encadreur Mme Bendjedid Madiha ; Qui a accepté de nous encadrer, pour nous avoir toujours soutenue, conseillée et guidée. Et que La réalisation de ce travail n'aurait pu être menée à terme sans son support continu.

Nous remercions également Mr Basli A. qui a accepté de présider ce jury.

Et Mme Boushaba S. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent à l'ensemble des enseignants de Département des Sciences de la Nature et de la Vie.

Nos remerciements s'adressent également aux ingénieurs de laboratoire pour avoir facilité la partie expérimentale de ce travail.

Finalement, a tous ceux et celles qui ont participés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je remercie Dieu pour tout ce qu'il m'a donné pendant mes études. C'est grâce à Dieu que j'ai pu avancer, persévérer et atteindre cette étape importante de ma vie.

À ma mère, qui me donne tout son amour et prie pour moi.

À celle qui m'a toujours aimé en silence et qui m'a aidé dans les moments difficiles... Ce travail est à toi et à moi.

À mon père, pilier de ma vie, force tranquille et exemple de sagesse.

Merci pour ta présence, tes sacrifices et ta foi en moi. Tu m'as appris l'importance du travail, de la persévérance et du respect.

À mes frères et sœurs,

Merci pour votre soutien. Vous êtes motivant et équilibré.

En cette année de fin d'études, je donne ce travail à tous ceux qui m'ont aidé ou qui m'ont fait confiance.

Que ça marche encore mieux après.

Rekia

Dédicace

À ma chère mère, lumière de ma route, réconfort de ma vie et refuge de mes prières, dont les mots ne sauraient exprimer la gratitude que je lui dois. Que Dieu bénisse ses années et m'accorde le respect et la satisfaction de sa part.

À mon cher père, au cœur immense et à la posture ferme, qui m'a élevée dans les valeurs et principes, m'a enseigné la patience et la certitude : qu'il soit abondamment récompensé et bénéficiaire d'une longue vie dans l'obéissance à Dieu.

À mon époux précieux, compagnon de l'âme et soutien suprême après Dieu, dont la générosité et l'encouragement ont été un pilier essentiel tout au long de mon parcours : je t'adresse ma profonde gratitude et mes prières pour ton succès.

À mes chères sœurs et mon cher frère, embellissement de ma vie et source de joie quotidienne ; vous êtes la famille exemplaire et les compagnes de mon chemin ; je demande à Dieu de faire perdurer entre nous l'amour et l'affection.

À ma douce grand-mère, source de tendresse et gardienne des souvenirs heureux, toujours présente dans mes pensées par ses prières bienveillantes.

À mes chères tantes et à toute ma famille, chacune et chacun d'entre vous, par un mot de soutien, une prière sincère ou un sourire aimable : recevez toute ma gratitude la plus profonde.

Hiba

Dédicace

Alhamdulillah tout d'abord, j'ai atteint ce stade et je n'en serais pas là sans la grâce d'Allah.

Je voudrais remercier ma famille :

À ma mère, qui a été la raison, après Dieu, qui m'a permis d'arriver là où je suis aujourd'hui, je la remercie d'avoir été ma principale amante et mon principal soutien à tout moment et à tous égards, et j'espère atteindre ce qu'elle souhaite me voir atteindre, si Dieu le veut.

À mon père, que Dieu ait son âme, qui a toujours été dans mon cœur à chaque pas que j'ai fait, et qui a été la principale motivation de ma vie académique lorsqu'il était en vie et qui reste ma motivation jusqu'à aujourd'hui.

À mes frères Billel et Ahmed (Walid), qui ont été mon père et une source de sécurité dans ma vie lorsqu'ils étaient près de moi, et qui m'ont soutenu dans chaque réalisation et chaque étape.

À ma sœur Imane, qui me soutient, se réjouit de toutes mes réussites, me soutient toujours et m'encourage à poursuivre mes rêves.

À mes neveux Nour Hiba Al-Rahman et Yahya, qui sont toujours autour de moi des sources de joie, de bonheur et de grand amour.

Meriem

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À ma chère maman

À mon cher papa

À mon frère et à ma sœur

À toute la famille « guerrou » et à toute la famille « bourihana »

À tous mes amis

À tous mes enseignants

À Tous les étudiants de la promotion

Ikram

Résumé :

Le travail actuel visait à évaluer l'activité larvicide de l'abamectine et de deux extraits aqueux de *Myrtus communis* et de *Laurus nobilis*. Les effets ont été évalués sur la toxicité des larves (L4) de l'espèce *Culiseta longiareolata*. Différentes concentrations (0,5 µg/ml, 1 µg/ml, 2 µg/ml, 4 µg/ml, 8 µg/ml) d'abamectine et (2,5 g/l, 5 g/l, 10 g/l, 15 g/l, 20 g/l) pour l'extrait de chacune des plantes ont été appliquées.

Les paramètres toxicologiques ont été déterminés (les CL50 de l'abamectine, de *L. nobilis* et de *M. communis* sont respectivement de 1,37 µg/ml, 15,55 g/l et 89,07 g/l). L'analyse statistique révèle que toutes ces molécules possèdent une relation dose-réponse à l'égard des larves du quatrième stade de *Culiseta longiareolata*. D'autre part, les CL 50 des deux extraits ont été appliquées sur la faune non visée. Le résultat enregistre un taux de mortalité limité chez *Gyrinus substriatus*, préservant la faune non visée ainsi que la biodiversité.

En outre, l'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau (température, conductivité électrique, pH, TA/TAC, TH, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻) sur quatre stations sélectionnées d'où la faune associée a été collectée. Les prélèvements durant le mois de mai 2025 révèlent l'altération seulement du paramètre TH dans les trois stations de l'oued, contrairement à la station du barrage, ce qui indique une dégradation de la qualité de l'eau dans ces zones. Cette élévation de la dureté est principalement attribuée aux rejets domestiques non traités et au lessivage agricole, qui entraînent des sels minéraux, notamment des ions calcium et magnésium, vers le cours d'eau. En revanche, la stabilité du TH au niveau du barrage témoigne d'un milieu aquatique moins exposé aux pollutions diffuses et aux activités anthropiques directes.

Mots-clés : Extraits aqueux, *Myrtus communis*, *Laurus nobilis*, Abamectine, *Culicidés*, *Culiseta longiareolata*, faune associée, paramètre physicochimique

Abstract:

The current study aimed to evaluate the larvicidal activity of abamectin and two aqueous extracts of *Myrtus communis* and *Laurus nobilis*. The effects were evaluated on the toxicity of larvae (L4) of the species *Culiseta longiareolata*. Different concentrations (0.5 µg/ml, 1 µg/ml, 2 µg/ml, 4 µg/ml, and 8 µg/ml) of abamectin and (2.5 g/l, 5 g/l, 10 g/l, 15 g/l, and 20 g/l) for the extract of each plant were applied.

The toxicological parameters were determined (the LC50 values for abamectin, *L. nobilis*, and *M. communis* are 1.37 µg/ml, 15.55 g/l, and 89.07 g/l, respectively). Statistical analysis reveals that all these molecules have a dose-response relationship with regard to fourth-stage larvae of *Culiseta longiareolata*. On the other hand, the LC50 values of the two extracts were applied to non-target fauna. The result shows a limited mortality rate in *Gyrinus substriatus*, preserving non-target fauna and biodiversity.

In addition, the analysis of the physicochemical parameters of the water (temperature, electrical conductivity, pH, TA/TAC, TH, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻) at four selected stations where the associated fauna was collected. Samples taken during May 2025 reveal that only the TH parameter has changed at the three stations in the wadi, unlike the dam station, indicating a deterioration in water quality in these areas. This increase in hardness is mainly attributed to untreated domestic discharges and agricultural runoff, which carry mineral salts, particularly calcium and magnesium ions, into the watercourse. On the other hand, the stability of TH at the dam indicates an aquatic environment that is less exposed to diffuse pollution and direct anthropogenic activities.

Keywords: aqueous extracts, *Myrtus communis*, *Laurus nobilis*, Abamectin, *Culicidae*, *Culiseta longiareolata*, associated fauna, physicochemical parameter

ملخص:

كان الهدف من الدراسة الحالية هو تقييم فعالية مبيد اليرقات في الأباتكتين واثنين من المستخلصات المائية من نباتي *Myrtus communis* و *Laurus nobilis*. تم تقييم التأثيرات على سمية يرقات (L4) من نوع *Culiseta longiareolata*. تم استخدام تركيزات مختلفة (0.5 ميكروغرام/مل، 1 ميكروغرام/مل، 2 ميكروغرام/مل، 4 ميكروغرام/مل، 8 ميكروغرام/مل) من الأباتكتين و(2.5 غ/لتر، 5 غ/لتر، 10 غ/لتر، 15 غ/لتر، 20 غ/لتر) من مستخلص كل نبات.

تم تحديد المعلمات السمية (CL50) للأباتكتين و *L. nobilis* و *M. communis* هي على التوالي 1,37 ميكروغرام/مل، 15,55 غرام/لتر و 89,07 غرام/لتر. (تكشف التحليلات الإحصائية أن جميع هذه الجزيئات لها علاقة جرعة-استجابة فيما يتعلق بيرقات المرحلة الرابعة من *Culiseta longiareolata*. من ناحية أخرى، تم تطبيق CL 50 للمستخلصين على الحيوانات غير المستهدفة. سجلت النتيجة معدل وفيات محدود في *Gyrinus substriatus*، مما حافظ على الحيوانات غير المستهدفة وكذلك التنوع البيولوجي.

بالإضافة إلى ذلك، تم تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه (درجة الحرارة، الموصلية الكهربائية، الرقم الهيدروجيني، TA/TAC، TH، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Cl^{-}) في أربع محطات مختارة تم جمع الحيوانات المرتبطة بها منها. تكشف العينات المأخوذة خلال شهر مايو 2025 عن تغير في معامل TH فقط في المحطات الثلاث للنهر، على عكس محطة السد، مما يشير إلى تدهور جودة المياه في هذه المناطق. يعزى هذا الارتفاع في الصلابة بشكل رئيسي إلى التصريفات المنزلية غير المعالجة والغسيل الزراعي، مما يؤدي إلى جرف الأملاح المعدنية، ولا سيما أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم، نحو مجرى المياه. من ناحية أخرى، فإن استقرار TH عند السد يدل على بيئة مائية أقل تعرضاً للتلوث المنتشر والأنشطة البشرية المباشرة.

الكلمات المفتاحية: مستخلصات مائية، *Myrtus communis*، *Laurus nobilis*، Abamectine، Culicidae، *Culiseta longiareolata*، الحيوانات المرتبطة بها، المعلمات الفيزيائية الكيميائي

Résumé

Abstract

ملخص

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

INTRODUCTION	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1. Généralité sur les <i>Culicidae</i>	5
1.1. Position systématique	5
1.2. Cycle de développement et caractères morphologiques des différents stades	6
1.2.1. Reproduction	6
1.2.3. Larves	7
1.2.4. Nymphes	7
1.2.5. Adultes (ou l'imago)	8
1.3. Nuisances et problèmes de santé	8
1.3.1. Nuisances	8
1.3.2. Transmission de maladies	8
1.4. Les moyens de lutte	9
1.4.1. Lutte génétique	9
1.4.2 Lutte chimique	9
1.4.3. La lutte biologique	9
2. Présentation des plantes	9
2.1. Définition La plante Laurier	10
2.1.1. Description botanique :	10
2.1.2. Utilisation et propriétés	11
2.2. Définition <i>Myrtus communis</i>	12
2.2.1. La description botanique	12
2.2.2. Utilisation de <i>Myrtus communis</i>	14
3. Pesticide conventionnelle l'Abamectine	14
3.1. Propriétés physico-chimiques	14
3.2. Mode d'absorption chez les insectes	15
3.3. Mécanisme d'action	15
3.4. Dégradation et persistance dans l'environnement	15
3.5. Toxicité	15
3.6. Usages	15
4. Analyse physico-chimique	16
4.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)	16

SOMMAIR

4.2.	Conductivité électrique	16
4.3.	Taux des sels dissous (TDS)	16
4.4.	Titre alcalimétrique (TA)	16
4.5.	Titre alcalimétrique complet (TAC)	16
4.6.	Magnésium (Mg ²⁺)	16
4.7.	Calcium (Ca ²⁺)	17
4.8.	Dureté TH	17
4.9.	Le chlorure (Cl ⁻)	17
MATERIEL ET METHODES		18
2.1.	Présentation de la zone d'étude	19
2.1.1.	La Commune d'El Marsa	19
2.1.2.	La Commune de Ain Kechra	19
2.2.	Méthodes de prélèvement	21
2.3.	Matériel biologique	21
2.3.1.	<i>Culiseta longiareolata</i>	21
2.3.2.	Position systématique	22
2.3.3.	Cycle de développement	22
2.3.4.	<i>Gyrinus substriatus</i>	24
2.3.5.	Position systématique	25
2.3.6.	Cycle de développement	25
2.4.	Matériel de laboratoire	26
2.4.1.	Identification des larves récoltées	26
2.5.	Présentation des molécules à tester	27
2.6.	Préparation des solutions à testés	28
2.6.1.	Préparation des Extrait aqueux	28
2.6.2.	Préparation des concentrations pour traitement de la faune associée	29
2.7.	Les tests de toxicité :	30
2.7.1.	Faune visée <i>Culiseta</i>	30
2.7.2.	Abamactine	31
2.7.3.	Détermination de mortalité	31
2.8.	Le test de toxicité : la faune associée	32
2.9.	Les analyses physico-chimiques	32
2.9.1.	Potentiel hydrogène (pH), Conductivité électrique et Total des solides dissous (TDS) et température (T)	32
2.9.2.	Détermination de la dureté totale (TH)	33
2.9.3.	Détermination du (TA) /(TAC)	33
2.9.4.	Détermination du calcium (Ca ²⁺) et magnésium (Mg ²⁺)	34
2.9.5.	Détermination de chlorure (Cl ⁻)	35
2.10.	Analyses statistiques	35
RESULTATS ET DISCUSSION		36
3.1.	Résultats d'identification des larves	37
3.2.	Résultats des tests de toxicité larvaire (faune visée)	37

SOMMAIR

3.2.1. Etude de la toxicité de l'Abamectine	37
3.2.2. Etude de la toxicité de l'extrait de <i>Myrtus communis</i>	40
3.2.3. Etude de la toxicité de l'extrait de <i>Laurus nobilis</i>	42
3.2.4. La détermination des concentrations létales de (CL50).....	45
3.3. Discussion de la toxicité des molécules testées à l'égard de la faune visée.....	45
3.4. Etude de la toxicité des extraits aqueux à l'égard de la faune associée.....	48
3.5. Analyse des paramètres physicochimiques	50
3.5.1. Spatiales.....	50
3.5.2. Temporelles	51
3.5.2.1. Le potentiel Hydrogène (pH).....	51
3.5.2.2. La Conductivité Electrique.....	51
3.5.2.3. Total Dissolved Solids (TDS).....	52
3.5.2.4. La Température de l'Eau (T °C).....	52
3.5.2.5 Calcium.....	53
3.5.2.6. Chlorures.....	53
3.5.2.7. Magnésium.....	54
3.5.2.8. Titre Alcalimétrique Complet (TAC).....	54
3.5.2.9. Dureté Totale (TH).....	55
CONCLUSION	56
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	58

Liste des figures

Figure	Le titre	page
Figure 01	Classification des <i>Culicidés</i> en Algérie	05
Figure 02	Cycle de développement des <i>Culicidés</i>	06
Figure 03	Les œufs des trois genres de <i>Culicidés</i>	07
Figure 04	Aspect général du stade larvaire IV des trois principaux genres de <i>Culicidés</i> .	07
Figure 05	Aspect général de la nymphe des <i>Culicidés</i>	08
Figure 06	Aspect général d'adultes des trois principaux genres de <i>Culicidés</i> .	08
Figure 07	les feuilles de <i>laurier nobilis</i>	11
Figure 08	Les fruits de <i>L.nobilis</i>	11
Figure 09	L'Écorce de <i>Myrtus communis</i>	13
Figure 10	Les feuilles de <i>Myrtus communis</i>	13
Figure 11	Les fleurs de <i>Myrtus communis</i>	13
Figure 12	Site de prélèvement des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> .	19
Figure 13	Position géographique de l'Oued El Rhezal et du barrage de Boussiaba (Nord-est de l'Algérie), positionnement des stations d'échantillonnage (S1, S2, S3, S4)	20
Figure 14	Matériel de prélèvement des échantillons d'eau.	21
Figure 15	une photographie de <i>Culiseta longiareolata</i> .	21
Figure 16	Le cycle de développement du <i>Culiseta longiareolata</i> .	22
Figure 17	les œufs de <i>Culiseta longiareolata</i>	23
Figure 18	les larves de <i>Culiseta longiareolata</i>	23
Figure 19	la nymphe des <i>Culiseta longiareolata</i>	24
Figure 20	<i>Culiseta longiareolata</i> (adulte)	24
Figure 21	les larves et adulte de <i>Gyrinus substriatus</i>	25
Figure 22	Protocole de montage des larves	27
Figure 23	La structure chimique de l'Abamectine	27
Figure 24	Photographie de l'étape de préparation de solution.	29
Figure 25	Préparation de la solution mère du produit.	29
Figure 26	Extrait aqueux des feuilles du <i>Laurus nobilis</i> (<i>Laurier</i>) et <i>Myrtus communis</i>	30
Figure 27	Test de toxicité	30

Liste des figures

Figure 28	Test de toxicité de Abamactine	31
Figure 29	Test de toxicité de <i>Gyrinus substriatus</i> .	32
Figure 30	Photographie du pH_ mètre et Multi paramètre	33
Figure 31	Photographie du Dosage (TH)	33
Figure 32	Photographie du Dosage (TA)/(TAC).	34
Figure 33	Photographie du Dosage du calcium (Ca 2+) et magnésium (Mg 2+).	35
Figure 34	Photographie du Dosage du chlorure (Cl ⁻)	35
Figure 35	Critères d'identification des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> (x1000)	37
Figure 36	La variation du pourcentage de mortalité corrigée des larves L4 de <i>Culiseta logiareolata</i> traitées par Abamectine après 72 h d'exposition.	39
Figure 37	Droites de régressions des concentrations de l'Abamectine en fonction de la mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> après 72h	38
Figure 38	Variation du pourcentage de mortalité corrigée des larves L4 de <i>Culiseta logiareolata</i> traitées par l'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> après 72 h d'exposition	40
Figure 39	Droites de régressions des concentrations de l'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> après 72h	42
Figure 40	Variation du pourcentage de mortalité corrigée des larves L4 de <i>Culiseta logiareolata</i> traitées par l'extrait aqueux de <i>Laurus nobilis</i> après 72 h d'exposition.	42
Figure 41	Droites de régressions des concentrations de l'extrait aqueux de <i>Laurus nobilis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> après 72h.	44
Figure 42	Mortalité de la faune associée l'espèce <i>Gyrinus substriatus</i> traité à l'extrait aqueux CL50=89,07g/l de <i>M. communis</i> , et CL50=15,55g /l de <i>L. nobilis</i> après 72heures (m±s ; n=5).	45
Figure 43	Variation temporelle du pH de la zone d'étude.	51
Figure 44	Variation temporelle de la conductivité électrique de la zone d'étude.	51
Figure 45	Variation temporelle du TDS de la zone d'étude	52
Figure 46	Variation temporelle du Température °C de la zone d'étude.	53
Figure 47	Variation temporelle du Ca ²⁺ de la zone d'étude.	53
Figure 48	Variation temporelle du Cl ⁻ de la zone d'étude.	54

Liste des figures

Figure 49	Variation temporelle du Mg^{2+} de la zone d'étude.	54
Figure 50	Variation temporelle du TAC de la zone d'étude	55
Figure 51	Variation temporelle du TH de la zone d'étude.	55

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	La position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i> comme suit	22
Tableau 02	La position systématique de <i>Gyrinus substriatus</i> comme suit <i>Stephens</i>	25
Tableau 03	Matériels utilisés au cours du travail.	26
Tableau 04	Position systématiques de <i>Laurus nobilis</i>	28
Tableau 05	Position systématique <i>Myrtus communis</i>	28
Tableau 06	Pourcentages de mortalités des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traitée par Abamectine	38
Tableau 07	Mortalité observée (%) des larves L4 de <i>Culiseta longiareolata</i> nouvellement exuvies après traitement par les différentes concentrations de l'Abamectine après 72 (R : répétition ; m ± SE; n= 75	38
Tableau 08	Toxicité de l'Abamectine (µg/ml), via larve (L4) de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée (%) ; (m ± SEM, n= 4 répétitions de 15 individus chacune) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).	39
Tableau 09	Pourcentages de mortalités des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traité par extrait aqueux.	41
Tableau 10	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traitées avec l'extrait aqueux après, 72H	41
Tableau 11	Toxicité de l'extrait aqueux de <i>M. communis</i> (g/l), via larve (L4) de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée (%) ; (m ± SEM, n= 4 répétitions de 15 individus chacune) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).	41
Tableau 12 :	Pourcentages de mortalités des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traité par extrait aqueux	43
Tableau 13	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traitées avec l'extrait aqueux après 72H.	43
Tableau 14	Toxicité de l'extrait aqueux de <i>L. nobilis</i> (g/l), via larve (L4) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	44
Tableau 15	Toxicité de l'Abamectine et les extraits aqueux de <i>Laurus nobilis</i> et <i>Myrtus communis</i> (µg/L), via les L4 de <i>Culiseta longiareolata</i> : Détermination des concentrations létales et leurs Hill Slope et le R carré	45
Tableau 16 :	Taux de mortalité de la faune associée espèce <i>Gyrinus substriatus</i> traité par la CL50=89,07g/l de <i>M. communis</i> , et CL50=15,55g /l de <i>L. nobilis</i> après 72heures (m±s; n=5).	48
Tableau 17 :	Résultats des analyses de prélèvement des paramètres physico-chimiques	50

Liste des abréviations

CL50 : Concentration Létale 50%

CE : Conductivité Électrique

GABA : Acide γ -aminobutyrique

L4 : Larves du 4ème stade

L.n : *Laurus nobilis*

M.c : *Myrtus communis*

ml : Millilitre

μ g : Microgramme

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : Potentiel Hydrogène

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TC : Température de l'eau en °C

TDS : Total Dissolved Solids

TH : Titre Hydrotimétrique



INTRODUCTION

INTRODUCTION :

Les Culicidés ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme (Berge, 1975 ; Jolivet, 1980), par une large distribution et une forte abondance, principalement du fait qu'ils peuvent être des vecteurs d'agents pathogènes responsables d'importantes maladies. Leurs rôles épidémiologiques variés, ont fait d'eux un problème majeur de santé publique.

Depuis 170 millions d'année, ces diptères communément appelé les moustiques forment un groupe d'insectes le plus écologiquement diversifié (Poupardin, 2011 ; Boudemagh et al., 2013) grâce à leurs fortes capacités d'adaptation et de vol, aujourd'hui ils comportent plus de 3600 espèces, présents partout dans le monde, là où se trouve de l'eau non gelée, essentielle pour leur développement. (Corbet, 1999).

Les maladies à transmission vectorielles figurent parmi les principales causes de la morbidité et la mortalité pour l'homme et pour les animaux. Leurs conséquences sur la santé publique et l'économie sont considérables ; le contrôle de ces pathologies passe nécessairement par la connaissance la plus complète possible des vecteurs qui les transmettent (OMS, 2012). Ces maladies transmises par les moustiques, infectant chacune plus de 700 millions de personnes dans le monde chaque année et entraînent jusqu'à deux millions de décès par an (Fradin, 1998).

Une cinquantaine d'espèces de moustiques est répertoriée en climat tempéré (Feuillet et al., 2006) , par conséquent la place importante qu'occupent ces espèces dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces arthropodes un matériel d'étude important pour les biologistes, épidémiologistes, médecins, et entomologistes (Tarir et al., 2002)

En Algérie, les Culicidae représentent les insectes piqueurs les plus nuisibles pour la population et demeurent des vecteurs importants de maladies infectieuses. Des campagnes régulières de démoustication sont menées afin d'éradiquer ces maladies et de réduire les nuisances dans les milieux urbains et périurbains. Ces actions de lutte dépendent largement de la connaissance approfondie de la bio écologie de ces insectes (Bendali ,1989 ; 2001)

Les Culicidés présentent des caractères morphologiques généralement bien marqués, ce qui permet d'identifier facilement la famille et d'en fournir une description précise. En Algérie, les premières études sur les Culicidés remontent au siècle dernier, avec des travaux pionniers réalisés par Clastrier en 1941, suivis par ceux de Senevet et Andarelli (1954, 1956, 1963), qui ont constitué une étape importante dans la connaissance de la faune Culicidienne Algérienne.

Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet de nombreuses recherches, portant notamment sur la systématique, la biochimie, la morphométrie, ainsi que sur les méthodes de lutte chimique et biologique contre les moustiques (Bouabida, 2012). Les insecticides chimiques qui reposent principalement sur l'utilisation d'insecticides conventionnels tels que les

Introduction

organophosphates et les pyréthriinoïdes (Zahran et al., 2017) sont la principale stratégie du contrôle. Cependant, leur utilisation massive et continue a provoqué divers inconvénients, comme les effets secondaires sur les organismes non visés et l'environnement avec les risques de contamination ou l'accumulation dans le sol, l'eau et les denrées récoltées, ainsi le développement de résistances ou encore les risques pour la santé des travailleurs agricoles (Carlos, 2010) pour éviter ces problèmes, les recherches sont orientées vers la découverte de nouveaux composants. (Karch, 1987)

Dans la recherche de méthodes alternatives de lutte, le règne végétal offre beaucoup de possibilités. De nombreuses études se développent actuellement pour isoler ou identifier des substances secondaires, extraits de plantes, dotées d'activité insecticide contre les moustiques (Sukumar et al. 1991). Dans ce contexte, plusieurs travaux précédents attestent le pouvoir insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes contre les Culicidés (El Akhal et al., 2014, 2015, 2016 ; Dris et al., 2017b; Bouguerra et al., 2017, 2018).

Cette étude a été consacrée à l'évaluation de l'impact de molécule chimique l'Abamectine et deux molécules naturelles alternatives pour le contrôle de la faune Culicidienne, par utilisation des extraits de plantes les plus abondantes dans la région d'étude ; *Myrtus communis* et *Laurus nobilis*. Les tests de sensibilité à l'Abamectine et aux extraits de ces plantes, ont été menés au laboratoire à l'égard des larves de l'espèce *Culiceta logiaréolata*. En outre, afin d'évaluer l'effet de ces molécules sur la faune associée, on a appliqué la concentration létale 50 (LC50) sur *Girinus sbstriatus* faune associée au Culicidae.

La deuxième partie a été consacrée à l'analyse des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued el Rhezal qui se jette dans le barrage Boussiaba d'où la faune associée a été collectée.



CHAPITRE 01 :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : Synthèse Bibliographique

1. Généralité sur les *Culicidae*

Les moustiques sont des insectes hémiptères appartenant à la famille des *Culicidés*, qui comprend environ 3 450 espèces réparties principalement en deux sous-familles : les *Anophelinae* et les *Culicinae* (Service, 1993). Ces insectes sont classés dans l'ordre des Diptères. Ils se caractérisent par la présence d'antennes fines et multiples, d'écailles sur les ailes, ainsi que de longues pattes. Leur appareil buccal est constitué d'un rostre rigide, pointu et collant.

En 2020, on recensait 3 578 espèces de moustiques réparties en 111 genres à travers le monde, bien que le nombre d'espèces piquant les humains soit nettement inférieur. Les moustiques se développent à l'état immature dans des milieux aquatiques et appartiennent à plusieurs genres majeurs tels qu'*Anophelinae*. (Brunes et al., 2000).

En Algérie, 50 espèces des culicidés de 6 genres différents sont regroupés dans les sous familles des *Anophelinae* et les *Culicinae* (Hassaine, 2002). De nombreuses études ont été consacrées à cette faune Culicidienne, portant particulièrement sur la systématique, la biochimie, la morphométrie ainsi que sur les méthodes de lutte chimique et biologique contre les moustiques dans les différentes régions du pays

1.1. Position systématique

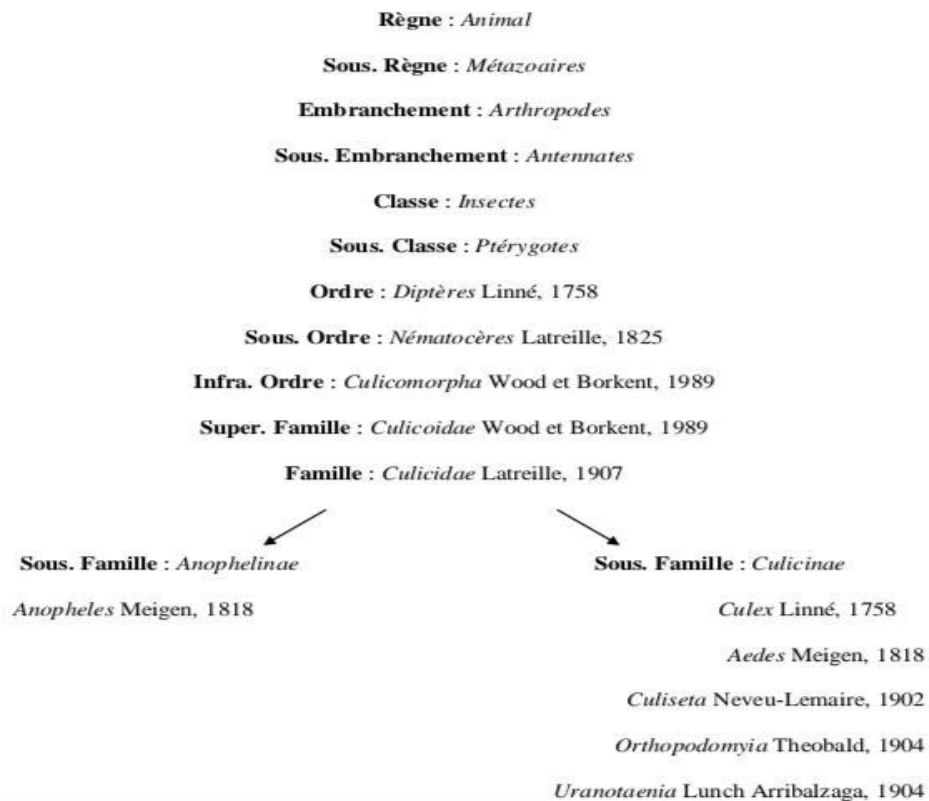


Figure 01 : Classification des *Culicidae* en Algérie (Berchi, 2000).

1.2. Cycle de développement et caractères morphologiques des différents stades

Le cycle biologique des moustiques comprend deux phases (Robert et al., 2017) dure environ douze (12) à vingt (20) jours dans les conditions optimales (Adisso et Alia, 2005). Leur développement passe par une phase larvaire aquatique avant le stade adulte aérien, entrecoupé d'une courte phase nymphale

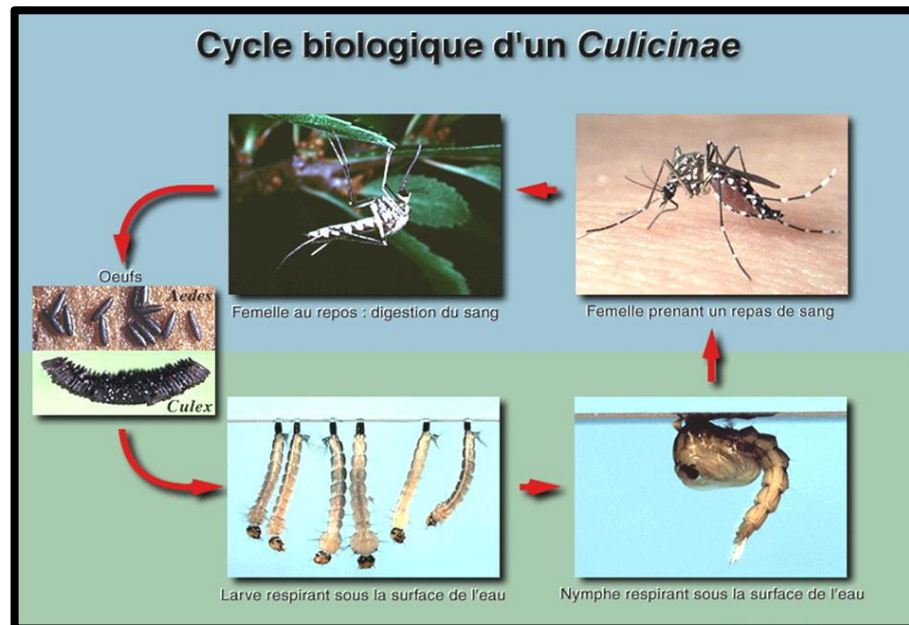


Figure 02 : Cycle de développement des *Culicidae* (Brunhes et al., 1999).

1.2.1. Reproduction

Les femelles se reproduisent généralement une seule fois au cours de leur vie, mais pondent à plusieurs reprises. Pour cela, elles doivent ingérer un repas sanguin, indispensable à la maturation des œufs. En revanche, les mâles ne se nourrissent pas de sang, préférant les sucres végétaux. La digestion du sang et le développement des œufs prennent habituellement 2 à 3 jours dans les climats tropicaux, mais peuvent être plus longs en zones tempérées (Rozenda et al., 1999).

1.2.2. Œufs

Les moustiques de la famille des *Culicidae* pondent leurs œufs soit à la surface de l'eau, soit sur des substrats humides proches (Okuneye et al., 2019). Certains moustiques peuvent rester en dormance pendant des mois ou des années. Ils ne sortent de leurs œufs que s'ils sont plongés dans l'eau, comme *Aedes* (Fontenille et al., 2017). Le nombre d'œufs par ponte et le délai d'incubation dépendent de l'espèce, de la température et des conditions environnementales. Les moustiques s'adaptent bien à différents milieux.

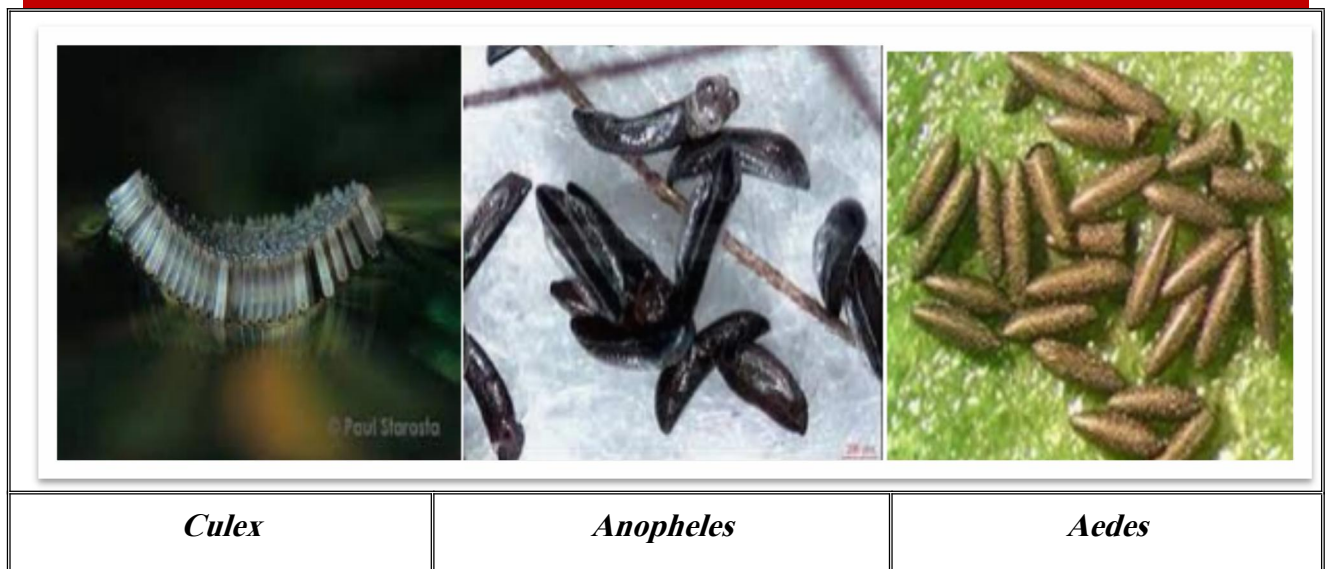


Figure 03 : Les œufs des trois genres de *Culicidea* . (Guedache et Benmakhoulf, 2021).

1.2.3. Larves

À cette phase du développement, Les larves vivent en milieu aquatique et traversent quatre stades successifs (mue) (Atlantique, 2014)... Elles respirent l'air à la surface grâce à un siphon, sauf chez les *Anophèles* qui adoptent une position parallèle à l'eau. Leur alimentation se compose d'algues, de micro-organismes et de matières organiques en décomposition (Fournet, 1992). . Cette phase larvaire dure de cinq jours à plusieurs semaines, en fonction de la température et de la disponibilité de la nourriture. (Salazar & Moncada, 2004).

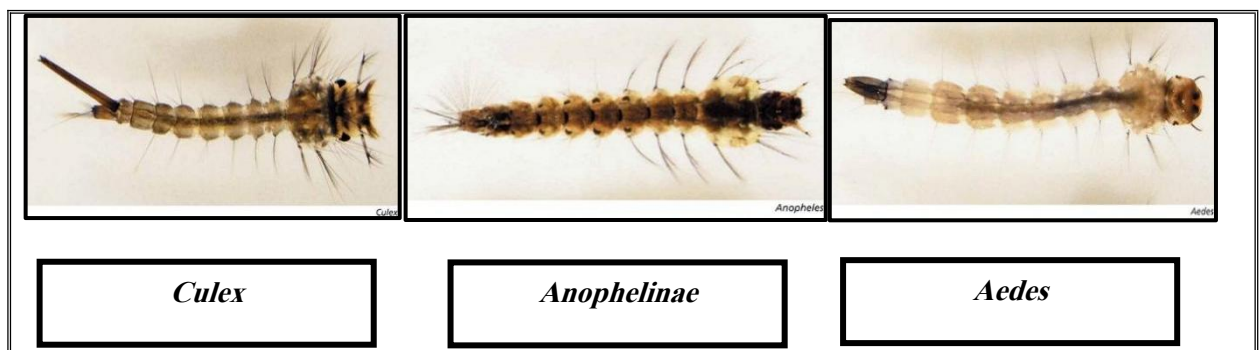


Figure 04 : Aspect général du stade larvaire IV des trois principaux genres de *Culicidae*.

(Bousses, 2022)

1.2.4. Nymphes

La nymphe du moustique est une phase aquatique mobile mais non nourricière, de forme trapue en virgule, qui reste sous la surface de l'eau et respire grâce à des trompettes respiratoires. Elle peut plonger en cas de danger, mais reste souvent immobile durant sa transformation en adulte, un processus qui dure environ 2 à 5 jours selon les conditions environnementales. L'adulte émerge à la surface, où il sèche ses ailes et son corps avant de s'envoler (Foster & Walker, 2019).

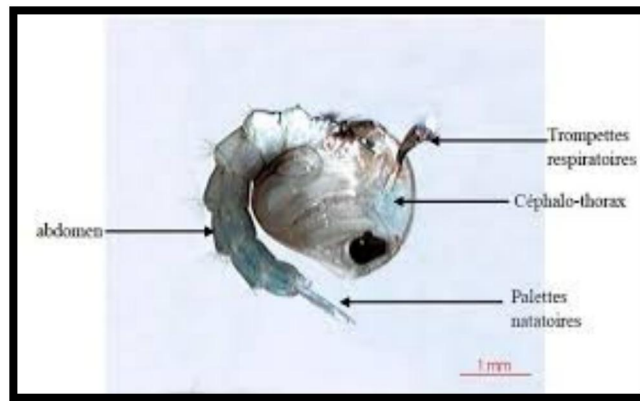


Figure 05 : Aspect général de la nymphe des Culicidés (Anonyme, 2000 ; Larbi,2016)

1.2.5. Adultes (ou l'imago)

Après l'émergence de l'adulte, celui-ci vole et s'accouple rapidement. Les mâles vivent quelques jours, tandis que les femelles, qui se nourrissent de sang pour mûrir leurs œufs, peuvent vivre de deux à trois semaines, voire jusqu'à six mois en hiver (Abd, 2020). La durée de vie adulte varie selon l'espèce et l'environnement, allant de quelques jours à plusieurs mois (Liu, 2024).

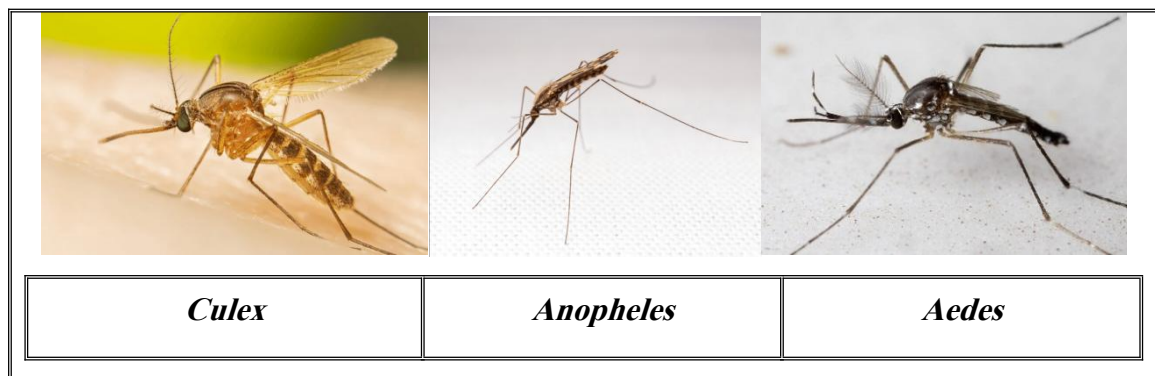


Figure 06 : Aspect général d'adultes des trois principaux genres de *Culicidés*. (Google image)

1.3. Nuisances et problèmes de santé

1.3.1. Nuisances

➤ Piqures

La piqûre de l'homme par les adultes femelles de nombreux culicidés anthropophiles, nécessaire à la maturation des pontes, cette prise directe du fluide dans les capillaires sanguins va permettre à différentes formes de vies (virus, protozoaires, vers nématodes) d'exploiter les moustiques comme voie de transferts vers les hôtes vertébrés (Boyer, 2006).

1.3.2. Transmission de maladies

Beaucoup d'agents pathogènes, tels que les virus (par exemple, l'amaril responsable de la fièvre jaune) ou les protozoaires (*Plasmodium falciparum* responsable du paludisme), utilisent le moustique comme vecteur et l'homme comme hôte pour réaliser leur cycle biologique. Ils infectent ainsi l'homme par de nombreuses maladies (Boyer, 2006). Parmi celles-ci, on compte les maladies

Synthèse bibliographique

d'origine parasitaire, telles que le paludisme et la filariose, ou les maladies d'origine virale, comme la dengue, le virus du Nil occidental, la fièvre de la vallée du Rift, le chikungunya, le virus Zika et la fièvre jaune (Roger, 2001).

1.4. Les moyens de lutte

Depuis plusieurs années, des recherches sont réalisées afin de trouver une stratégie pour combattre ces moustiques, que ce soit par des moyens chimiques, biologiques, génétiques ou physiques. (Hamiche et al., 2016)

1.4.1. Lutte génétique

La lutte génétique contre les maladies vectorielles consiste à libérer des mâles moustiques stériles pour empêcher la reproduction des femelles hématophages, ainsi qu'à manipuler génétiquement ces femelles par insertion d'ADN afin de réduire leur capacité à transmettre des maladies. Cette méthode, encore en développement, vise à rendre les moustiques incapables de propager les infections (Merabti, 2016).

1.4.2. Lutte chimique

La lutte chimique utilise des produits synthétiques pour combattre les larves et les moustiques adultes. Les premiers pesticides, dits de première génération, étaient à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés pétroliers, de fluor ou de substances végétales comme la nicotine, mais ils étaient très toxiques pour les organismes non ciblés et persistaient longtemps dans l'environnement. Ensuite, sont apparus les pesticides de deuxième génération, notamment les organochlorés, organophosphorés et carbamates, développés pour répondre aux préoccupations environnementales croissantes. (Soltani, 2015).

1.4.3. La lutte biologique

La lutte biologique contre les moustiques et autres espèces nocives consiste à introduire dans leurs biotopes des espèces qui sont leurs adversaires naturels, comme des parasites, des micro-organismes pathogènes ou des prédateurs. Il peut s'agir d'insectes, de virus, de bactéries, de protozoaires, de champignons ou de végétaux divers (OMS, 1999). Deux principaux types de lutte biologique ont été employés pour tuer les moustiques. Selon Pates et Cris (2005), la première consiste à utiliser un poisson prédateur, la gambusie (*Gambusia holbrooki*). Le second concerne l'utilisation de microbes tels que *Bacillus sphaericus* (Becker, 1998).

2. Présentation des plantes

Le laurier, appelé aussi laurier-sauce, membre de la famille des lauracées qui renferme 32 genres et environ 2000-2500 espèces (Barla et al., 2007) unique représentant de la famille en région méditerranéenne. Arbuste ou arbre aromatique à feuilles persistantes et coriaces (Vetvicka et Matousova, 1991), Consacré à Apollon et Esculape « dieux de la santé et de la médecine » chez les grecs, en couronnant les empereurs et les héros chez les romains ; le

Synthèse bibliographique

laurier noble jouit d'une place importante tant dans le domaine mythologique, culinaire et médicinale depuis l'antiquité (Vetvicka et Matousova, 1991)

Les Lauracées sont des végétaux appartenant à la famille des *Oleaceae*. Il s'agit soit d'arbres, soit d'arbustes, qui se caractérisent par leur bois très dur et leur odeur très agréable (Perrot, 1891)

Il est intéressant de noter que cette plante, qui était traditionnellement utilisée comme aliment ou condiment, ainsi que dans le cadre de pratiques médicinales traditionnelles, possède des propriétés qui pourraient ouvrir de nouvelles voies d'application. (médicales intéressantes (Yakhlef et al., 2011)

2.1. Définition La plante Laurier

Le terme « Laurier » est la forme francisée du latin *Laurus*, désignant le laurier noble ou laurier sauce (*Laurus nobilis*), un arbre pouvant atteindre 15 mètres de hauteur. Ses feuilles allongées, coriaces et luisantes, ainsi que ses fleurs vert blanchâtre, témoignent de son élégance. Cet arbre jouissait d'une grande considération, ses feuilles étant traditionnellement utilisées pour couronner les vainqueurs, symbolisant ainsi la victoire et l'honneur (Beloued, 2009)

2.1.1. Description botanique :

Le laurier est un arbuste ou un arbre aromatique à croissance lente dont l'origine est l'Asie. Elle peut atteindre entre 2 et 10 mètres de hauteur et se développe principalement dans les dépressions topographiques des vallées montagneuses jusqu'à 1 200 mètres d'altitude en Europe. L'analyse de la plante révèle une tige glabre, une écorce lisse et noire, des feuilles vert foncé brillantes, des inflorescences blanc jaunâtre en panicules axillaires, et des fleurs dioïques parfumées disposées en panicules avec huit à douze étamines (Dominique, 2017). Le fruit, de forme ovale, présente une longueur et une largeur d'environ 2 cm et 1 cm, respectivement. Il atteint sa maturité en noircissant. (Beloued, 2009).

2.1.1.1. Port

Il s'agit d'un petit arbre ou d'un arbuste aromatique glabre, dont la hauteur varie généralement entre 1 et 8 mètres, pouvant atteindre jusqu'à 20 mètres dans certaines cultures spécialisées. La plante présente une structure érigée et fortement ramifiée dès la base, avec une tête de forme conique qui s'arrondit avec l'âge, lui conférant une bonne capacité de soutien. L'écorce est de couleur gris foncé à très foncé, Les branches sont inclinées vers le haut, et les tiges, délicates et glabres, ont une teinte brun rougeâtre. Des bourgeons coniques étroits, mesurant entre 0,2 et 0,4 cm, de couleur vert rougeâtre, ont également été observés (Encyclopedie bordas nature, 1999), (Quezel et Santa, 1963).

2.1.1.2. Feuilles

Feuilles simples, alternes, avec un pétiole mesurant de 2 à 5 cm, longues de 5 à 12 cm et larges de 2 à 6 cm, lancéolées, allongées ou en ellipses étroites, légèrement entaillées et ondulées sur la marge, coriaces. Vertes foncées et brillantes sur la face supérieure, elles sont vertes clair sur la face

Synthèse bibliographique

inférieure, avec des nervures latérales pennées et rougeâtres dans leur moitié inférieure (Encyclopedie bordas nature, 1999), (Quezel et Santa, 1963)

Elles ont une odeur aromatique, surtout après froissage, une saveur un peu amère (Myose et Paris, 1976).



Figure 07 : les feuilles de *laurus nobilis* (photo originale, 2025).

2.1.1.3. Fruits

C'est une baie ovoïde luisante de la grosseur d'une cerise, de 1 à 1,5 cm de diamètre, renfermant une seule graine libre (d'où un léger bruit de grelot lorsque l'on agite la drogue sèche).

Le mésocarpe charnu renferme de l'huile et des cellules à huile essentielle. Les cotylédons épais sont également riches en lipides.

L'évolution chromatique de l'objet se caractérise par une transition progressive du vert au noir bleuté lors de sa maturation. (Encyclopedie bordas nature, 1999) (Myose et Paris, 1976).



Figure 08 : Les fruits de *L. nobilis* (La Drôme Laboratoire, 2025)

2.1.2. Utilisation et propriétés

Laurus nobilis est une plante d'importance industrielle utilisée comme matières premières dans de nombreux domaines, y compris les parfums, cosmétiques, aromathérapie, phytothérapie et de la nutrition.

2.1.2.1. Utilisation des feuilles de *Laurus nobilis*

Les feuilles de *Laurus nobilis* sont parmi les assaisonnements les plus connus dans tous les pays, elles sont généralement utilisées comme épice valable en culinaire (en potages, ragoûts, sauce, ...) et aromatisant en industrie alimentaire. Cette plante a aussi des applications importantes en médecine traditionnelle, le laurier est principalement utilisé, par voie orale, dans le traitement symptomatique des troubles de l'appareil digestif supérieur tels que le ballonnement épigastrique,

lenteur de la digestion, éructations et flatulence (Iserin, 2001).

L'extrait aqueux est utilisé dans la médecine traditionnelle turque en tant qu'anti hémorroïdal, antirhumatismal, diurétique et comme un antidote dans des morsures de serpent et pour le traitement du mal d'estomac (kivçak et Mert, 2002). Dans la médecine traditionnelle iranienne, les feuilles de cette plante ont été employées pour traiter l'épilepsie et le parkinsonisme (Khorasani, 1992).

2.2. Définition *Myrtus communis*

La famille des Myrtacées est une famille de plantes dicotylédones (Govaerts et al., 2008). C'est la huitième famille de plantes à fleurs la plus nombreuse (Iazzourene, 2015), avec plus de 5 650 espèces réparties entre 130 et 150 genres (Bouzabata, 2017). Elles se présentent sous la forme d'un arbre ou d'un arbuste, souvent aromatique (on en extrait des huiles essentielles) (Govaerts et al., 2008). Elles se caractérisent par des feuilles entières opposées, des fleurs axillaires hermaphrodites en forme de coupe (cupuliforme) avec un grand nombre d'étamines, et des fruits sphériques de couleur bleuâtre (Quezel et Santa, 1963).

Le terme **Myrtus** vient du grec **myrtos**, signifiant « plante ou arbuste », tandis que **communis** désigne les plantes communes poussant en groupes (Sumbul et al., 2011). Le myrte commun est un arbuste diploïde ($2n = 2x = 22$) à feuillage persistant, aux feuilles ovales-lancéolées, légèrement aiguës et entières, mesurant de 20 à 24 mm de long sur 4 à 12 mm de large (Jeanmonod et al., 2007 ; Messaoud et al., 2011). Ses fleurs blanches et parfumées, d'un diamètre pouvant atteindre 3 cm, fleurissent de juin à octobre, donnant des baies sphériques bleu-noir (Jeanmonod et al., 2007). Considéré comme une plante aromatique grâce aux glandes sécrétrices présentes sur ses feuilles, ses fleurs et ses fruits (Ciccarelli et al., 2005), il s'adapte facilement aux sols siliceux, calcaires ou acides (Amigues, 2010) et peut vivre jusqu'à 300 ans (Rameau et al., 2008). Le myrte adulte tolère des températures allant jusqu'à 12 °C pendant une courte période (Mouterde, 1970). Les données sont issues d'auteurs et d'études fiables, reflétant les connaissances actuelles.

2.2.1. La description botanique

Il mesure entre 1,8 et 2,4 mètres de haut (Aleksic & Knezevic, 2014). Doté d'un tronc assez régulier, c'est un arbuste aromatique à feuilles persistantes, à l'écorce rougeâtre (González-Varo et al., 2009) et aux branches quadrangulaires (Hennia, 2016). Les tiges sont très ramifiées à la base (Quezel et Santa, 1963).

2.2.1.1. Écorce

L'écorce d'un arbre est de couleur brune et acquiert des fissures en vieillissant. (Hennia, 2016).



Figure 09 : L'Écorce de *Myrtus communis* (photo originale, 2025).

2.2.1.2. Feuille

Les feuilles, de forme ovale légèrement convexe avec une extrémité aiguë pointue, sont fermes, lisses, coriaces, brillantes et de couleur vert foncé (Aidi Wannas & Mezouk, 2013). Leur taille varie de 3 à 5 cm de long et de 4 à 11 mm de large (Aleksic & Knezevic, 2014 ; Franceschini, 2016). Sur l'épiderme, on trouve un grand nombre de glandes sécrétrices, allant de 400 à 1700 par feuille (Kalachanis & Psaras, 2005). Les feuilles sont disposées en paires opposées, parfois par trois (Quezel et Santa, 1963). La récolte s'effectue de mai à septembre, en veillant à laisser les deux tiers des feuilles sur l'arbre afin de ne pas affaiblir la plante (Mouterde, 1970).



Figure 10 : Les feuilles de *Myrtus communis* (photo originale, 2025).

2.2.1.3. Fleurs

Les fleurs, parfumées et solitaires, mesurent jusqu'à 3 cm de diamètre et sont rapidement caduques. Elles sont portées sur de longues tiges. Elles sont régulières, de type 5, et possèdent un grand nombre d'étamines proéminentes. La floraison a lieu de mai à juin et se prolonge jusqu'en août (Bouzabata, 2017).

Les fleurs sont hermaphrodites (Quezel et Santa, 1963) et sont pollinisées par des insectes (González-Varo, 2009).



Figure 11 : Les fleurs de *Myrtus communis* (photo originale, 2025)

2.2.1.4. Le fruit

Le fruit est une baie de forme ovale mesurant entre 7 et 10 cm de long et entre 6 et 8 cm de large. La peau extérieure est noire bleutée et la chair, sous la peau, est assez épaisse, avec une saveur d'âpre, résineuse et astringente (Iazzourene, 2015).

Les graines sont réniformes, brillantes, de couleur ivoire et de taille et de forme irrégulières (Migliore, 2011). La maturité est atteinte en septembre et les fruits restent sur le buisson jusqu'à l'hiver (Ghazanfar, 1994).

2.2.2. Utilisation de *Myrtus communis*

2.2.2.1. Utilisation traditionnelle

En Algérie, il est reconnu pour ses propriétés anti-inflammatoires (Bouzabata, 2013). En Algérie, le fruit est consommé frais ou utilisé comme remède contre les diarrhées ou les inflammations intestinales (Blood, 2003). Il est également utilisé contre les infections bronchiques, nasales et auriculaires (Beloued, 1998).

Dans le nord de la Tunisie (Boukef, 1986). Les fruits sont consommés frais ou sous forme de décoction contre la gastro-entérite, ou pour soigner les gencives en se gargarisant avec. Au Maroc (Bellakhdar, 1997), il est considéré comme un remède contre le diabète et les ulcères gingivaux.

2.2.2.2. Utilisation en médecine

Il est utilisé en cas de bronchectasie, de catarrhe muqueux des voies respiratoires, de bronchite, de tuberculose pulmonaire, de sinusite, d'otite, ainsi que contre la diarrhée, les maladies des voies urinaires, la prostatite et les hémorroïdes. Elle a également un effet hypoglycémiant (Baba Aissa, 1999 ; Mimica-Dukic et al., 2010).

Il est également utilisé dans l'industrie pharmaceutique pour ses propriétés antiseptiques, analgésiques, diurétiques, anti-inflammatoires, pour la protection des reins, pour soulager les maux d'estomac, pour stimuler l'activité cérébrale et pour ses effets antidiabétiques (Sumbul et al. 2011).

3. Pesticide conventionnelle l'Abamectine

L'abamectine est un composé naturel dérivé de la bactérie du sol *Streptomyces avermitilis*, appartenant à la famille des avermectines. Elle est utilisée comme insecticide et agent biologique efficace contre les insectes et les parasites intestinaux, notamment en agriculture et en santé publique.

3.1. Propriétés physico-chimiques

- **État physique** : Solide cristallin blanc.
- **Poids moléculaire**: B1a:873.09g/mol; B1b:859.06g/mol.
- **Solubilité** : Faiblement soluble dans l'eau (7.8×10^{-3} mg/L à 25°C), mais soluble dans les solvants organiques tels que l'éthanol et l'acétone.
- **Point de fusion** : 155-157°C.

3.2. Mode d'absorption chez les insectes

L'Abamectine est absorbée dans le corps de l'insecte soit par le tube digestif après ingestion des parties traitées, soit par contact cuticulaire direct. Elle peut également être absorbée par voie respiratoire de manière secondaire sous forme d'aérosol (Etoxnet, 1996).

3.3. Mécanisme d'action

L'Abamectine agit sur le système nerveux des insectes en se liant aux récepteurs GABA-gated chloride channels situés sur les membranes neuronales. Cette liaison entraîne une ouverture excessive des canaux chlorure, permettant l'entrée massive d'ions chlorure dans les cellules nerveuses, ce qui provoque une inhibition importante de l'activité neuronale. Cela conduit à une paralysie totale de l'insecte, une perte de motricité, puis à sa mort.

Ce mécanisme a été confirmé dans un article récent publié en 2017 dans la revue *Frontiers in Physiology*, qui décrit l'Abamectine comme un modulateur des récepteurs GABA chez les invertébrés, provoquant une inhibition synaptique et une paralysie (Bloomquist et al., 2017).

3.4. Dégradation et persistance dans l'environnement

- **Dans le sol :** L'Abamectine se dégrade rapidement avec des demi-vies allant de 0,5 à 23 jours selon la température, l'humidité et la nature du sol (Etoxnet, 1996).
- **Dans l'eau :** Elle est rapidement photodégradée à la lumière du soleil, mais peut persister plus longtemps dans des conditions obscures (Etoxnet, 1996).

3.5. Toxicité

- Très toxique pour les insectes et les invertébrés aquatiques.
- Faible toxicité pour les mammifères en raison de la différence dans la nature des récepteurs GABA (Bloomquist et al., 2017).
- Les symptômes d'intoxication chez l'homme incluent : vertiges, nausées, perte de coordination nerveuse et dilatation des pupilles en cas d'exposition à des doses élevées (Etoxnet, 1996).

3.6. Usages

- **En agriculture :** Lutte contre les tétranyques rouges, les pucerons du coton et les aleurodes.
- **En santé publique :** Lutte contre les moustiques vecteurs de maladies.
- **En médecine vétérinaire :** Traitement des parasites intestinaux chez les animaux (Etoxnet, 1996).

4. Analyse physico-chimique

4.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH mesure l'activité chimique des ions hydrogène en solution et constitue un paramètre essentiel pour le contrôle de la qualité de l'eau. Il influence de nombreux équilibres physico-chimiques, notamment entre les gaz dissous comme le dioxyde de carbone (CO_2) et les ions carbonates et bicarbonates. Dans les eaux naturelles, le pH est principalement déterminé par les équilibres liés aux acides carboniques, mais il est également affecté par la nature du substrat du sol, la géologie locale et l'origine des eaux

4.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique de l'eau, mesurée à 20°C , s'exprime généralement en millisiemens par mètre (mS/m). Dans les eaux naturelles, elle varie habituellement entre 50 et 1500 mS/cm. Ce paramètre est important car chaque organisme aquatique possède des exigences spécifiques en matière de conductivité ; ainsi, la teneur en sels dissous influence directement la répartition et la survie des espèces aquatiques, qui peuvent être sensibles aux variations importantes de sels dissous dans leur environnement.

4.3. Taux des sels dissous (TDS)

La TDS (**Taux des sels dissous**) est une mesure qui permet de quantifier la concentration totale des sels minéraux dissous dans l'eau, ces derniers influençant directement la conductivité de celle-ci. On considère généralement qu'une eau est de bonne qualité lorsque sa teneur en sels minéraux dissous est inférieure à 600 mg/litre.

4.4. Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique, également appelé alcalinité, correspond à la concentration en substances basiques et en sels d'acides faibles présents dans l'eau (Rodier et al. 2009). Les principales formes d'alcalinité dans les eaux naturelles sont les ions bicarbonate (HCO_3^-) et carbonate (CO_3^{2-}). Cette alcalinité provient principalement du dioxyde de carbone (CO_2) dissous, issu du sol ou de l'atmosphère, qui influence la composition chimique des eaux de surface (Hem, 1985).

4.5. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Correspond à la détermination du bicarbonate seul, où le titre alcalimétrique (TA) est nul ($\text{TA}=0$), car pour des valeurs de pH inférieures à 8,3, la contribution des ions hydroxyde (OH^-) et carbonate (CO_3^{2-}) est négligeable par rapport à celle des bicarbonates (HCO_3^-) (Menad & Metadjer, 2012).

4.6. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium peut être libéré dans l'eau de deux manières principales : soit par la dissolution des calcaires dolomitiques en présence de dioxyde de carbone, soit par la dissolution du sulfate de magnésium (MgSO_4) provenant des terrains gypseux du Trias situés au sud. Le magnésium est

Synthèse bibliographique

l'élément minéral le plus abondant après le calcium, dépassant en concentration à la fois le sodium et le potassium (Sahraoui, 2015).

4.7. Calcium (Ca²⁺)

Le calcium est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature, notamment dans les roches calcaires où il se trouve principalement sous forme de carbonates. Il constitue un composant majeur de la dureté totale de l'eau. Dans l'eau, le calcium est principalement présent sous forme d'hydrogénocarbonates, tandis qu'il existe en quantités moindres sous forme de sulfates, chlorures, et autres composés.

4.8. Dureté TH

Le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations des cations calcium (Ca²⁺) et magnésium (Mg²⁺), excluant les alcalins, car ces deux cations jouent un rôle important en réduisant souvent la toxicité des métaux dans l'eau (Ledler, 1986)

4.9. Le chlorure (Cl⁻)

Le chlorure (Cl⁻) est un ion naturellement présent dans les eaux de surface et souterraines, souvent associé à des sels comme le chlorure de sodium. Il influence la qualité globale de l'eau, notamment en affectant le goût et en contribuant à la corrosion des métaux. Sa présence est liée à des sources diverses, notamment la dissolution des roches salines, le ruissellement agricole et les rejets industriels. Dans le traitement de l'eau, le contrôle des ions chlorure est important pour prévenir les effets néfastes sur les infrastructures et la potabilité de l'eau



CHAPITRE 02 :
MATERIEL ET METHODES

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. La Commune d'El Marsa

La Commune d'El Marsa se trouve dans la wilaya de Skikda, au Nord-est de l'Algérie, la pointe Nord du cap de Fer. Elle est située sur la côte méditerranéenne, plus précisément à l'est de Skikda, à l'extrémité orientale du golfe de Skikda. La collecte des larves du 4ème stade de l'espèce *Culiseta longiareolata* nécessaire à cette étude a été effectuée à partir d'un bateau rempli d'eau de pluie stationné à côté de la grange municipale de la municipalité d'Al Marsa.



Figure 12 : Site de prélèvement des larves de *Culiseta longiareolata* (photos originales, 2025)

2.1.2. La Commune de Ain Kechra

La Commune Ain Kechra se trouve dans la wilaya de Skikda, au Nord-est de l'Algérie, Elle est située au Sud-ouest de la wilaya renferme le cours d'eau Oued El Rhezal, aux coordonnées environ 36,75° N et 6,38° E. Il traverse une région au relief accidenté et à la végétation dense, typique du climat méditerranéen humide. Prenant sa source dans les hauteurs de Skikda, il s'écoule à travers un paysage vallonné et rejoint probablement un réseau hydrographique plus large, potentiellement l'Oued Kebir ou la Méditerranée selon les bassins versants. Cet Oued constitue un site important pour l'agriculture locale et joue un rôle écologique significatif, notamment lors des crues et pour l'alimentation en eau de cultures et petits barrages. Cette Oued se jette dans le barrage de Boussiaba, situé environ 7 kilomètres au Nord-est d'El Milia dans la wilaya de Jijel, a été mis en service en 2000. L'accès à l'ouvrage se fait depuis El Milia Avec une digue de 300 mètres de long et 52 mètres de haut, il peut stocker jusqu'à 120 millions de mètres cubes d'eau. Sa principale fonction est d'assurer l'alimentation en eau potable de la région d'El Milia. Stratégiquement, le barrage est également lié à la commune d'El Ouldja, dans la daïra d'Ain Kechra de la wilaya de Skikda, ce qui reflète l'interconnexion entre ces deux régions et facilite la gestion commune des ressources hydriques (Mansouri et al., 2023). Le prélèvement des échantillons d'eau ainsi la faune associée a été effectué à partir de l'Oued dans trois stations et la quatrième station situé dans le point d'entrée de l'Oued au barrage.







Station 01	Station 02	Station 03
		
Station 04		
		

Figure13 : Position géographique del’Oued El Rhezal et du barrage de Boussiaba (Nord-est de l’Algérie), positionnement des stations d’échantillonnage (S1, S2, S3, S4) (photos originales, 2025)

2.2. Méthodes de prélèvement

Le prélèvement est réalisé manuellement à partir de points fixes dans la colonne d'eau, à l'aide de bouteilles en plastique appropriées, préalablement rincées trois fois avec l'eau à analyser. Les bouteilles sont ouvertes sous l'eau, le goulot orienté à contre-courant, puis remplies complètement sans laisser de bulles d'air, avant d'être refermées sous la surface pour éviter toute contamination. Chaque échantillon est étiqueté avec la date, l'heure, le lieu de prélèvement et le nom du préleveur. Les échantillons sont ensuite conservés à 4 °C dans une glacière et transportés rapidement au laboratoire pour analyse, idéalement dans les 24 heures suivant le prélèvement.



Figure 14 : Matériel de prélèvement des échantillons d'eau. (Photos originales, 2025)

2.3. Matériel biologique

2.3.1. *Culiseta longiareolata*

Culiseta longiareolata est un insecte nuisible subit une métamorphose complète. Il se trouve principalement dans les régions chaudes et appartient à la famille des *Culicidés* (Diptères) (Villeneuve & Désiré, 1965). Ce moustique mesure entre 3 et 5 mm Son corps élancé est caractérisé par des pattes longues et fines, tandis que ses ailes membraneuses, longues et étroites, sont adaptées à un vol efficace (Aloui, 2024). Cette espèce se distingue par sa grande adaptabilité, notamment dans les environnements chauds où son taux de croissance reste stable (Merabti et al., 2020). Son aire de répartition étendue reflète cette polyvalence. Les œufs, regroupés en masses compactes de 50 à 400 individus, présentent une forme cylindrique, contribuant à une fécondité élevée qui favorise la propagation de l'espèce (Boulkenafet, 2006). Les adultes possèdent des caractéristiques morphologiques spécifiques, telles qu'au moins une tache d'écailles sombres sur les ailes, un thorax avec trois bandes blanches longitudinales, et l'absence de poils longs et robustes sur le lobe basal de la gonocoxite (Brunhes et al., 1999).



Figure 15 : une photographie de *Culiseta longiareolata* (Bouzida, et al., 2022)

2.3.2. Position systématique

Tableau 01 : La position systématique de *Culiseta longiareolata* est comme suit (Aitken, 1954).

RÈGNE	ANIMALIA
EMBRANCHEMENT	<i>Arthropoda</i>
CLASSE	<i>Insecta</i>
ORDRE	<i>Nematocera</i>
FAMILLE	<i>Culicidae</i>
GENRE	<i>Culiseta</i>
ESPÈCE	<i>Culiseta longiareolata</i> (Aitken, 1954).

2.3.3. Cycle de développement

Les moustiques (famille des *Culicidae*) sont des insectes holométaboles. Ce terme scientifique désigne les insectes dont le développement passe par quatre étapes distinctes : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte ou imago. Les premiers stades du développement représentés par les œufs, les larves et les nymphes sont aquatiques, cependant le stade adulte à une vie aérienne

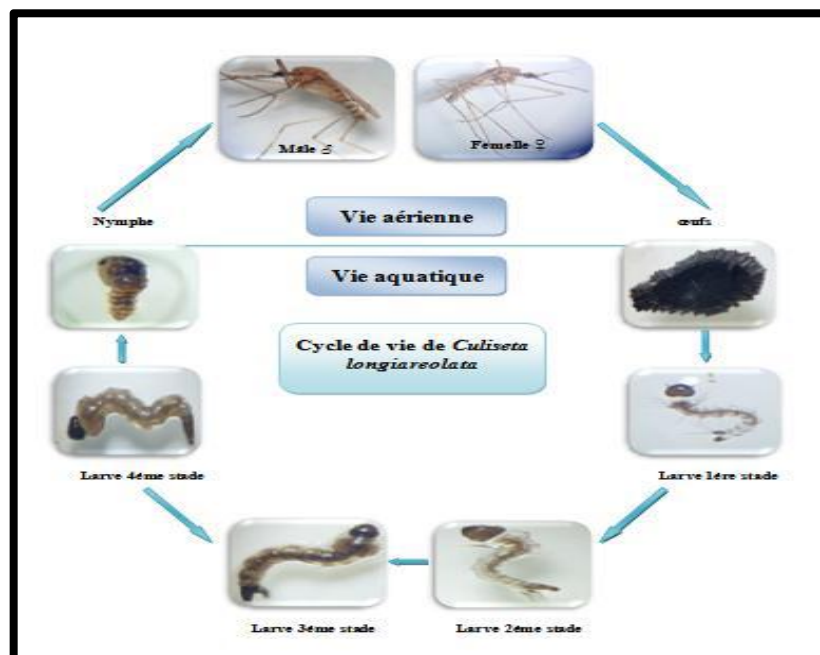


Figure 16 : Le cycle de développement du *Culiseta longiareolata* (Messai & Touahria, 2021)

2.3.3.1. Œufs

Les femelles de *Culiseta* sélectionnent pour la ponte des milieux aquatiques stagnants, riches en matières organiques, qu'ils soient naturels (mares, trous rocheux) ou artificiels (citernes, puits, bassins) (Paul, 2009 ; Boudershem, 2015). Les œufs, de forme fusiforme et mesurant 2 à 3 mm, sont initialement blanchâtres puis se pigmentent rapidement en brun ou noir par oxydation (Peterson, 1980, Rezkallah & Amrani, 2018). Ils sont pondus en nacelles flottantes contenant entre 50 et 400

Matériel et méthodes

œufs. La femelle pond entre 48 et 72 heures après un repas sanguin, et l'incubation dure généralement 2 à 3 jours avant l'éclosion des larves (Pagès, 2017 ; Dahchar, 2017).



Figure 17: Les œufs de *Culiseta longiareolata* en nacelle (Google image).

2.3.3.2. Les larves

À cette phase du développement, les larves sont exclusivement aquatiques. Leur déplacement s'effectue par des mouvements frétilants caractéristiques. Leur évolution comporte quatre stades, dont la taille varie de 2 mm à 12 mm (Boulkenafet, 2006). La durée de vie des larves est d'environ 10 jours. La rapidité de leur développement est fonction de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte. (Peterson, 1980 ; Rezkallah et Amrani, 2018).



Figure 18: les larves de *Culiseta longiareolata* (Bounadji et al., 2024)

2.3.3.3. Les nymphes

La nymphe, également désignée par le terme de puppe, se caractérise par une morphologie en virgule, une mobilité réduite et un céphalothorax élargi, doté de deux organes respiratoires en forme de trompette (Boulkenafet, 2006). Il s'agit d'un organisme aquatique et éphémère (avec une longévité de 1 à 5 jours), qui ne consomme pas de nourriture.

Cette phase transitoire, caractérisée par un métabolisme particulièrement actif, marque le début d'une série de transformations morphologiques et physiologiques majeures qui aboutiront à l'état adulte. (Peterson, 1980 ; Helimi et Zoghalmi, 2017)

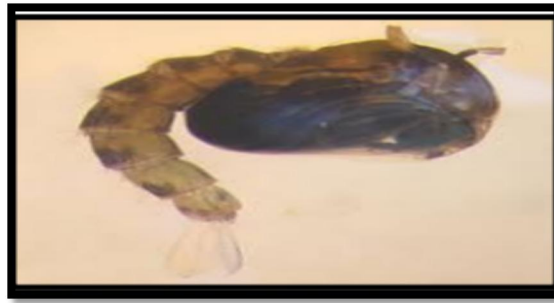


Figure 19: la nymphe des *Culiseta longiareolata* (Menaar, Aissi 2020)

2.3.3.4. Les Adultes (ou l'imago)

L'adulte émerge progressivement par une déchirure longitudinale de l'épiderme de la nymphe, qui est molle. Après cette émergence, l'insecte reste à la surface jusqu'à ce que son corps et sa peau soient complètement déshydratés, ce qui permet le durcissement de ses ailes. Une fois cette phase terminée, l'adulte devient autonome. Son corps rigide est composé de trois segments distincts : la tête, le thorax et l'abdomen, chacun possédant des caractéristiques anatomiques spécifiques. (Boulkenafet, 2006).

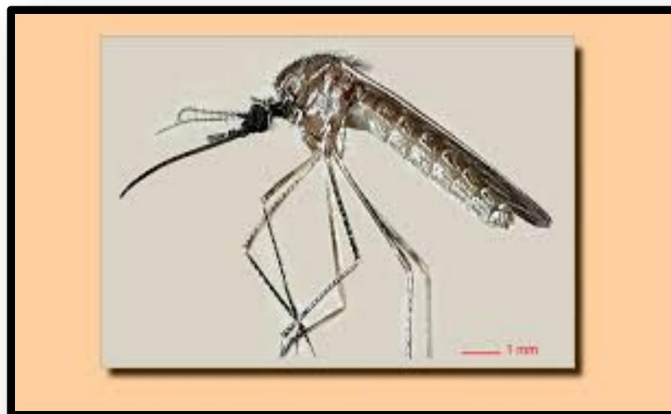


Figure 20 : L'adulte de *Culiseta longiareolata* (Schaffner et al., 2011)

2.3.4. *Gyrinus substriatus*

Gyrinus substriatus est un Coléoptère aquatique de la famille des *Gyrinidae*, reconnu pour sa nage rapide en surface d'eau douce. Doté d'yeux divisés lui permettant de surveiller simultanément l'air et l'eau, son corps ovale brillant mesure 5 à 7 mm. Il joue un rôle écologique important en tant que prédateur d'invertébrés aquatiques. Cette espèce est largement répartie en Europe, notamment en Grande-Bretagne et en Irlande, où elle est bien étudiée.

2.3.5. Position systématique

Tableau 02 : La position systématique de *Gyrinus substriatus* comme suit Stephens, 1828

RÈGNE	ANIMALIA
EMBRANCHEMENT	Arthropoda
CLASSE	Insecta
ORDRE	Coleoptera Linnaeus
FAMILLE	Gyrinidae Latreille
GENRE	Gyrinus Geoffroy
ESPÈCE	<i>Gyrinus substriatus</i> (Stephens, 1828)

2.3.6. Cycle de développement

La femelle de *Gyrinus substriatus* pond ses œufs isolément ou en petits groupes sur des plantes aquatiques ou à la surface de l'eau, dans des zones calmes pour limiter les risques liés au courant et aux prédateurs. Le développement embryonnaire dure généralement de 8 à 12 jours et varie selon la température de l'eau. Après l'éclosion, les larves aquatiques, entièrement carnivores, se nourrissent de larves d'autres insectes et peuvent s'attaquer à des proies plus grosses qu'elles. Leur développement larvaire comporte plusieurs mues et dure de 15 à 35 jours selon les espèces et les conditions environnementales (Voise, 2011). La nymphose a lieu dans un abri construit par la larve près du sol. L'adulte émerge avec un corps ovale brillant et des pattes postérieures adaptées à la nage rapide, pouvant atteindre une vitesse de 23 à 50 cm/s en surface (Jean-Pierre, 2004). Les adultes peuvent hiberner sous la végétation ou dans les débris végétaux durant l'hiver et réapparaissent au printemps lorsque les conditions redeviennent favorables (Jean-Pierre, 2004).

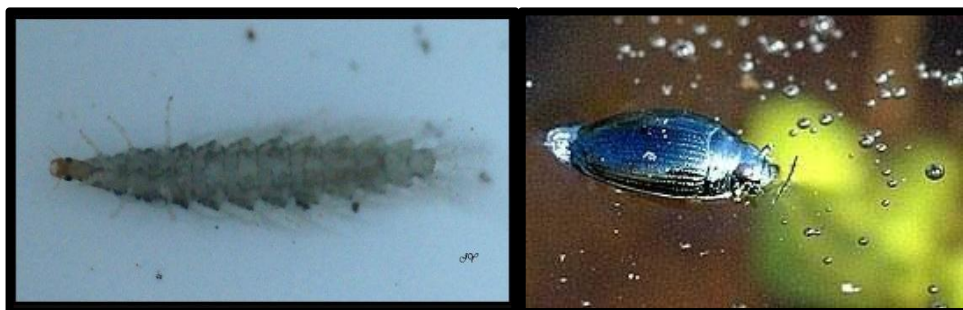


Figure 21 : les larves et adulte *Gyrinus substriatus* (Insecte de mon jardin, 2022).

2.4. Matériel de laboratoire

Le matériel utilisé comprend l'ensemble des réactifs et des produits chimiques, ainsi que des équipements, appareillages et verreries, ils sont indiqués dans le tableau.

Tableau 03 : Matériels utilisés au cours du travail.

LES PRODUITS	LES APPAREILS	LES OUTILS
EAU DISTILLE	Agitateur	Papier filtre
ABAMECINE	Pompe à vide	Entonnoir
EAU DE ROBINET	Balance de précision	Becher
KOH	Balance	Barreau magnétique
	Moulin à café électrique	Boîtes pétries en verre
		Pipete pasteur
		Micro pipette
		Cônes jaune et bleu
		Passoir
		Spatule
		Papier aluminium
		Erlenmeyer
		Eprouvette graduée
		Des pinceaux fins
		Boîtes en plastique

2.4.1. Identification des larves récoltées

Afin d'identifier les espèces au laboratoire, les larves du 4ème stade ont été conservées dans de l'alcool à 70° et ensuite plongées dans une solution de potasse (KOH) à 20 % où elles demeurent pendant 24 heures jusqu'à l'éclaircissement désiré. Les larves subissent ensuite deux bains de 2 à 3 minutes dans l'eau distillée afin de les débarrasser de la potasse. Enfin, après une heure, le protocole de montage définitif entre lame et lamelle a été réalisé selon la technique décrite par Matile (1993). La reconnaissance des larves a été rendue possible grâce à un microscope optique et au logiciel d'identification des Culicidae (Brunhes et al., 1999).

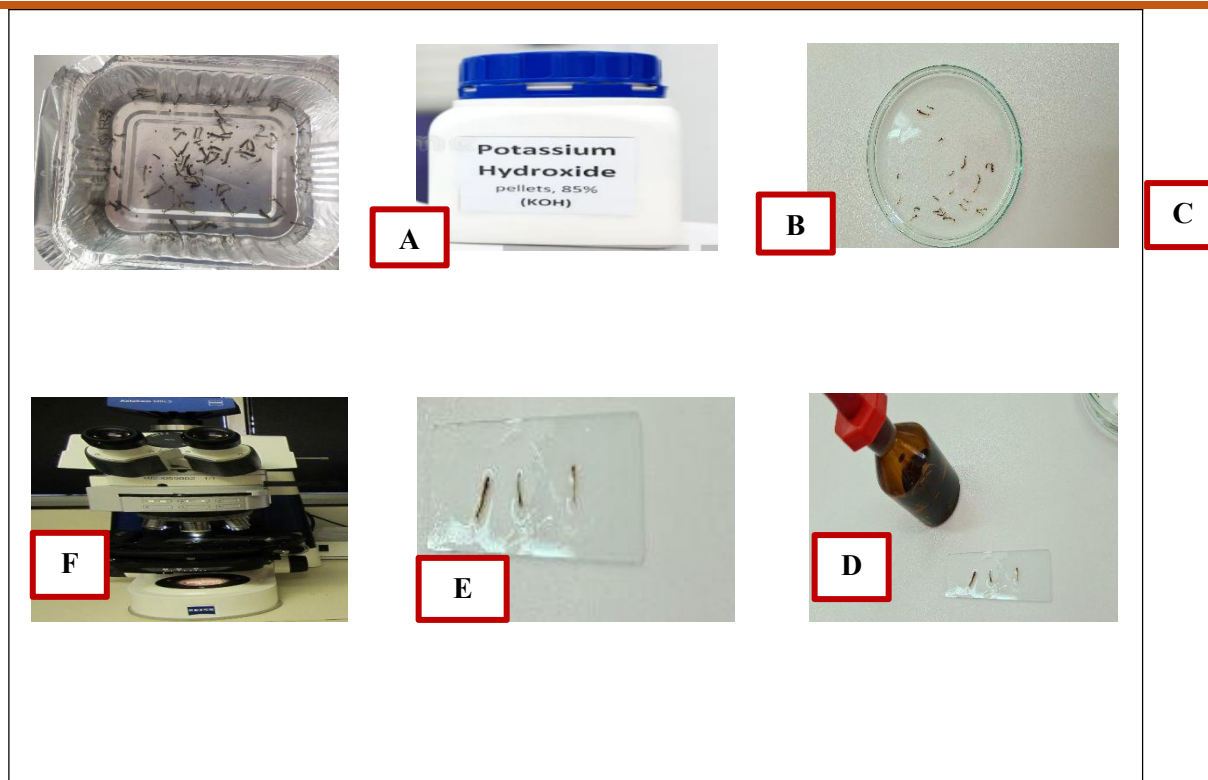


Figure 22 : Protocole de montage des larves

A : larve du 4^{ème} stade larvaire. **B :** larve dans un bain de KOH. **C :** rinçage avec de l'eau distillé. **D :** bain d'alcool 80°, 90°, 100°. **E :** larves placées entre lame et lamelle. **F :** Observation par Microscope optique.

2.5. Présentation des molécules à tester

2.5.1. Pesticide chimique l'Abamectine

Molécule chimique de la famille des avermectines de formule chimique C₄₈ H₇₂ O₁₄ pour l'ivermectine B1a, qui constitue le principal composant de l'abamectine. C'est une lactone macrocyclique possédant des groupements glycosidiques et des fonctions hydroxyles (-OH). La structure chimique est caractérisée par un cycle lactone à 16 chaînons et des substituants polysaccharidiques le produit acheté du marché sous forme liquide.

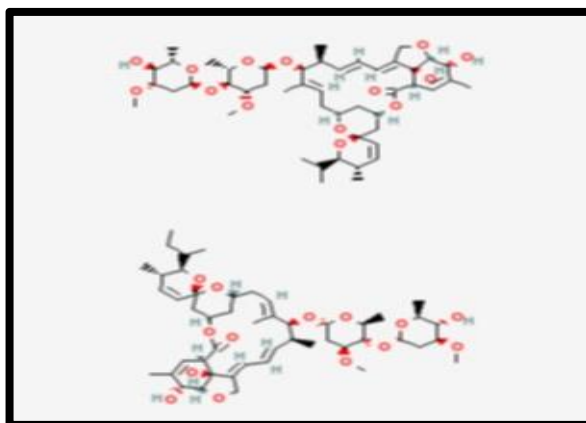


Figure 23 : la structure chimique de l'Abamectine.

2.5.2. Pesticides naturels

- *Laurus nobilis*

Une plante de la famille des très répandu dans la région de position systématique

Tableau 04 : position systématiques de *Laurus nobilis* par Linné ,1753

RÈGNE	PLANTES
EMBRANCHEMENT	Spermaphytes.
CLASSE	Dicotylédones
ORDRE	Lurales
FAMILLE	Lauracées.
GENRE	Laurus
ESPÈCE	<i>Laurus nobilis</i> (Linné ,1753)

- *Myrtus comminus*

Position systématique

La systématique de cette espèce est comme suit (Iazzourene, 2015) :

Tableau 05 : Position systématique *Myrtus communis* (Linné)

RÈGNE	PLANTES
EMBRANCHEMENT :	Spermaphytae
CLASSE	Dicotylédonae
ORDRE	Myrtales
FAMILLE	Myrtaceae
GENRE	Myrtus
ESPÈCES	<i>Myrtus communis</i> (Linné ,1753)

2.6. Préparation des solutions à testés

2.6.1. Préparation des Extrait aqueux

La matière végétale utilisée, les feuilles de « *Myrtus commons* et *Laurus nobilis* » ont été collectées au mois de mars dans une zone non agricole du Colo au Nord-est de l'Algérie. Au laboratoire, les feuilles de la plante ont été lavées avec l'eau distillée, séchées à l'ombre et à l'air libre puis broyées avec un mixeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Une quantité de 250g de poudre de la plante a été dissoute dans 1 L d'eau distillée préalablement portée à ébullition puis laissée décanter pendant 15 min. Ensuite, le filtrat récupéré est utilisé pour les tests toxicologiques (figure 24)

2.6.2. Préparation des concentrations pour traitement de la faune associée

La préparation des concentrations létales 50 a été effectuée à partir de la solution mère de chaque plante où les concentrations respectives de *Myrtus communis* et *Laurus nobilis* sont CL50=89g/l et 15 g/l

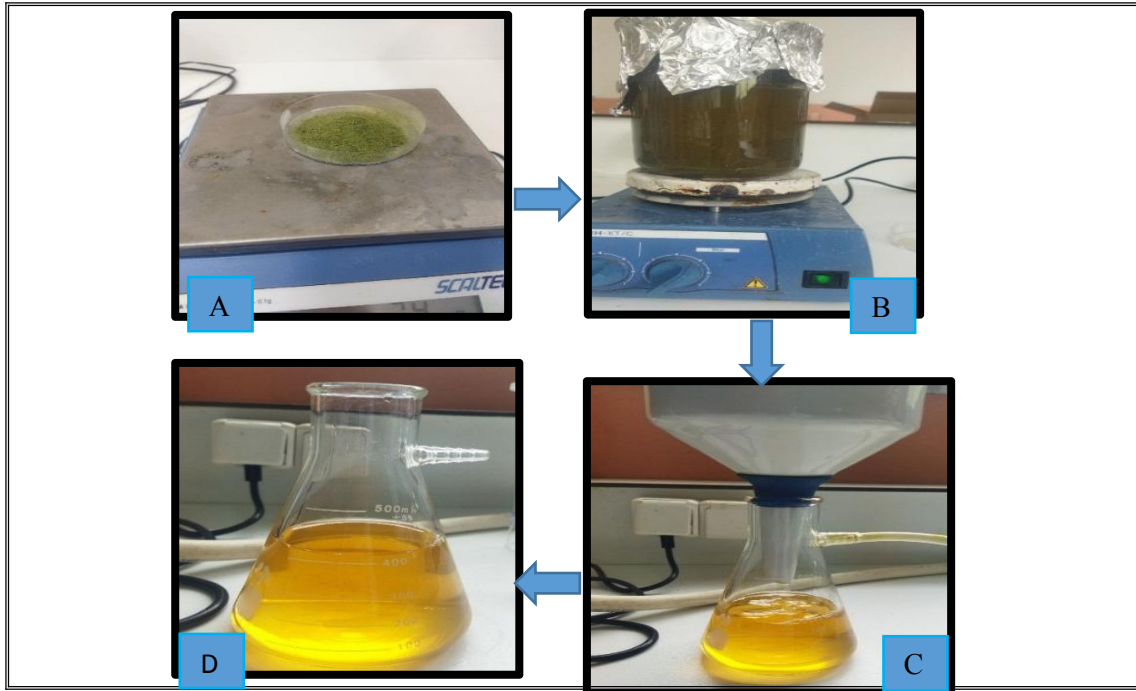


Figure 24 : Photographie de l'étape de préparation de solution (photos originales, 2025)

A : Pesé la poudre de la plante. B : le mélange en agitation C : Filtration de solution.

D : La solution résultante.

2.6.3. Solution mère (Ambactine) :

Le produit du nom commercial ABAC acheté du marché. La solution mère a été préparée à partir de la dilution de 1 ml du produit dans 0.8 litre d'eau distillée, de laquelle on a préparées les cinq concentrations testées sur les larves du 4^e stade de notre espèce.

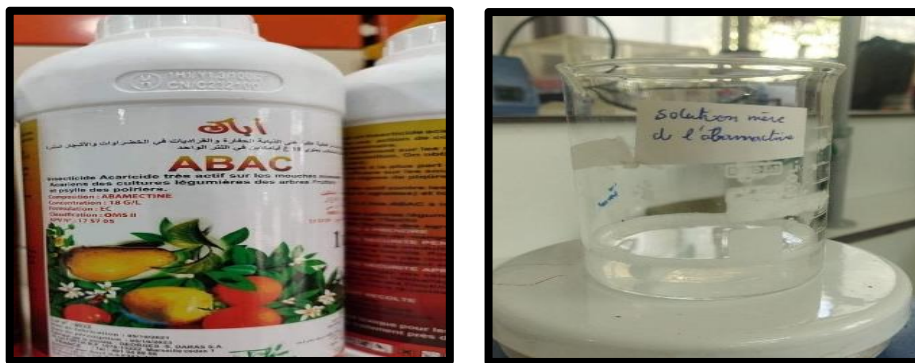


Figure 25 : Préparation de la solution mère à partir du produit (photos originales, 2025)

2.7. Les tests de toxicité :

2.7.1. Faune visée *Culiseta*

La méthodologie des tests de toxicité a été inspirée de la technique des tests de sensibilité normalisés par l'Organisation Mondiale de la Santé et adopté pour tester la sensibilité des insecticides utilisés dans la lutte à l'égard des larves de moustiques (OMS, 1963).

Les essais toxicologiques ont été réalisés à partir des extraits aqueux des plantes *Laurus nobilis* (Laurier) et *Myrtus communis* avec différentes concentrations (2.5g/l = 10 ml ; 5g/l = 20 ml ; 10g/l = 40ml 15g/l = 60 ml et 20 g/l = 80 ml) à l'égard des larves L4 de *Culiseta longiareolata* (Figure 26).

Des séries témoins et traitées avec les différentes concentrations des extrait aqueux sont réalisés en quatre répétitions pour chaque concentration dans des récipients comportant chacun 20 larves nouvellement exuvies. Le test a été réalisé sous les conditions du laboratoire (Température de 25 C° ± 2; Photopériode Journalière de 14 :10). Les taux de mortalité ont été évalués après 72h.

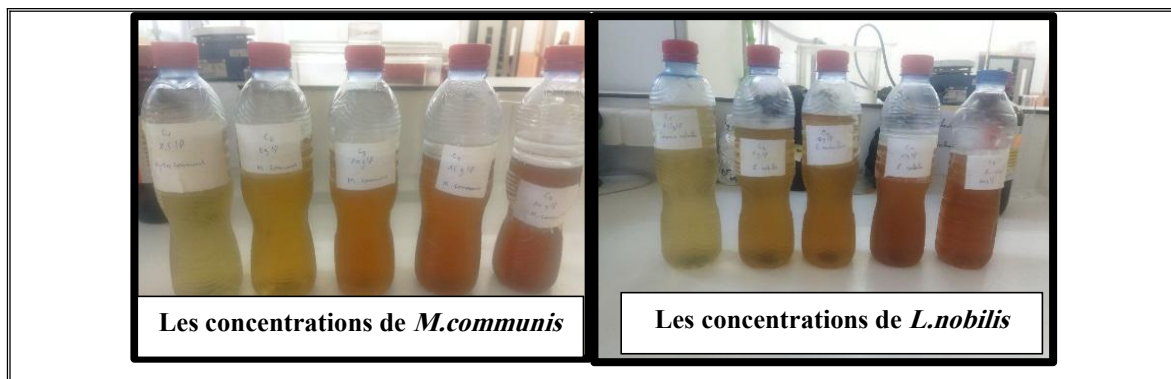


Figure 26: Extrait aqueux des feuilles du *Laurus nobilis* et *Myrtus communis* (photos originales, 2025)

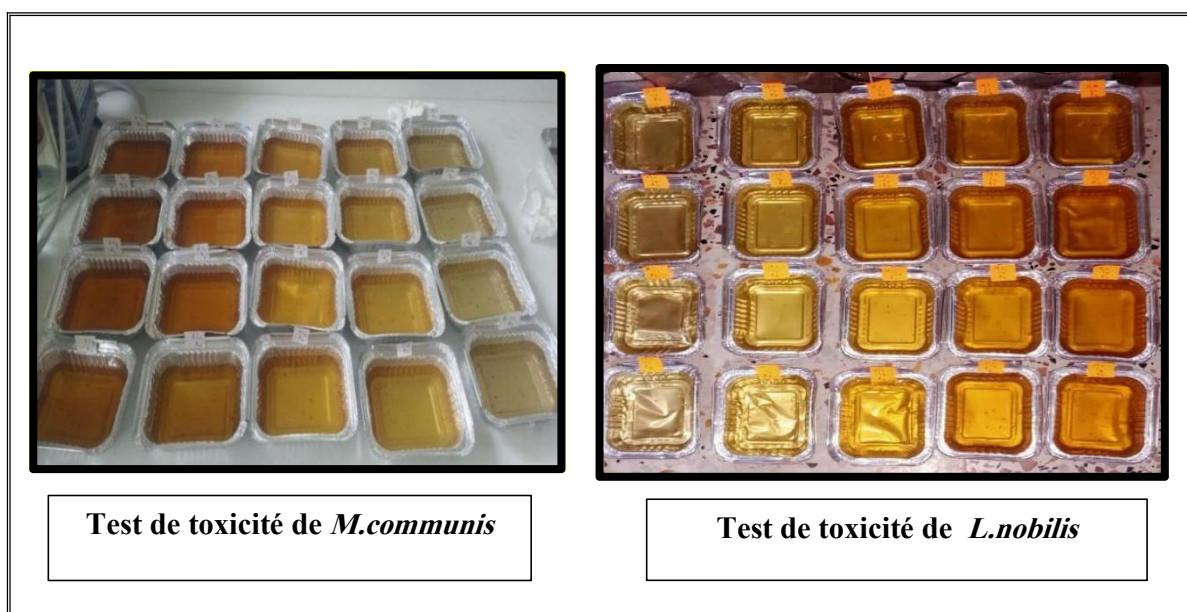


Figure 27 : Test de toxicité (photos originales, 2025)

Matériel et méthodes

2.7.2. Abamectine

Les bio essais ont été réalisés selon la technique normalisée par l'Organisation Mondiale de la Santé et adopté pour tester la sensibilité des insecticides utilisés dans la lutte contre les larves de moustiques (OMS, 1963) les essais toxicologiques ont été réalisés à partir de la solution mère de l'Abamectine, après des tests préliminaires cinq concentrations (0,5µg/mL ; 1µg/mL ; 2µg/ml ; 4µg/ml ; 8µg/ml) ont été effectués à l'égard des larves du quatrième stade de *Culiseta longiareolata* (Figure28). Les différentes concentrations, ont été appliquées sur des séries témoins et traitées des larves. On a utilisé quatre répétitions pour chaque concentration, dans des récipients comportant chacun 20 larves. Le test a été réalisé sous les conditions du laboratoire (Température de 25 C° ± 2 ; Photopériode Journalière de 14 :10). Les taux de mortalité ont été évalués après 72h.



Figure 28 : Test de toxicité de l'Abamectine (Photo originale, 2025).

2.7.3. Détermination de mortalité

La mortalité fait l'objet de diverses analyses statistiques et constitue le principal critère pour évaluer l'efficacité des traitements chimiques et biologiques. Pour déterminer l'effet toxicologique de l'Abamectine ainsi que des extraits aqueux de *Myrtus communis* et de *Laurus nobilis* sur les larves de stade L4 de *Culiseta longiareolata*, la mortalité observée chez ces larves est calculée à l'aide d'une formule spécifique :

$$\% \text{ de mortalité observée} = \frac{\text{Nombre des larves mortes}}{\text{Nombre des larves introduites}} * 100$$

Les mortalités observées sont corrigées par la formule d'Abbott (1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle

$$\% \text{ de mortalité corrigée} = \frac{(\text{Mortalité traitement} - \text{Mortalité des témoins})}{100 - \text{Mortalité des témoins}} * 100$$

2.8. Le test de toxicité : la faune associée

Les essais toxicologiques ont été réalisés par l'application des concentrations létales moyennes (CL50) de *Laurus nobilis* et *Myrtus communis*, obtenue à partir des résultats de l'étude toxicologique sur le quatrième stade larvaires de l'espèce (*Culiseta longiareolata*) (Faune visée), sur l'adulte de *Gyrinus substriatus* (Faune associée). Les deux concentrations, ont été appliquées sur des séries témoins et traitées de *G. substriatus*. On a utilisé trois répétitions pour chaque concentration, dans des récipients comportant chacun 5 individus. Le test a été réalisé sous les conditions du laboratoire (Température de $25\text{ C}^\circ \pm 2$; Photopériode Journalière de 14 :10). Les taux de mortalité ont été évalués après 72h.



Figure 29: Test de toxicité à l'égard de la faune associée (Photos originales, 2025)

2.9. Les analyses physico-chimiques

L'ensemble des analyses ont été réalisé au niveau de **laboratoire central ADE**. Se situe à 6Km du chef-lieu de la willaya de Skikda, il occupe l'ex siège CONDOTTE entreprise réalisatrice du projet adduction et ouvrage de stockage de l'eau dessalée qui se trouve à ZERAMNA. L'activité de laboratoire central repose sur la réalisation de 02 types d'analyses : Les analyses physico-chimiques et les analyses bactériologiques Volume distribué pour la ville de Skikda est de moyenne 32.450.00m³/ans.

2.9.1. Potentiel hydrogène (pH), Conductivité électrique et Total des solides dissous (TDS) et température (T)

-La mesure de l'est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, Conductivité, température (T) et TDS est effectuée à l'aide Multi paramètre

➤ Mode opératoire :

- Laver soigneusement l'électrode avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon a analysé.
- La lecture est faite après stabilisation, les trois valeurs sont affichées.

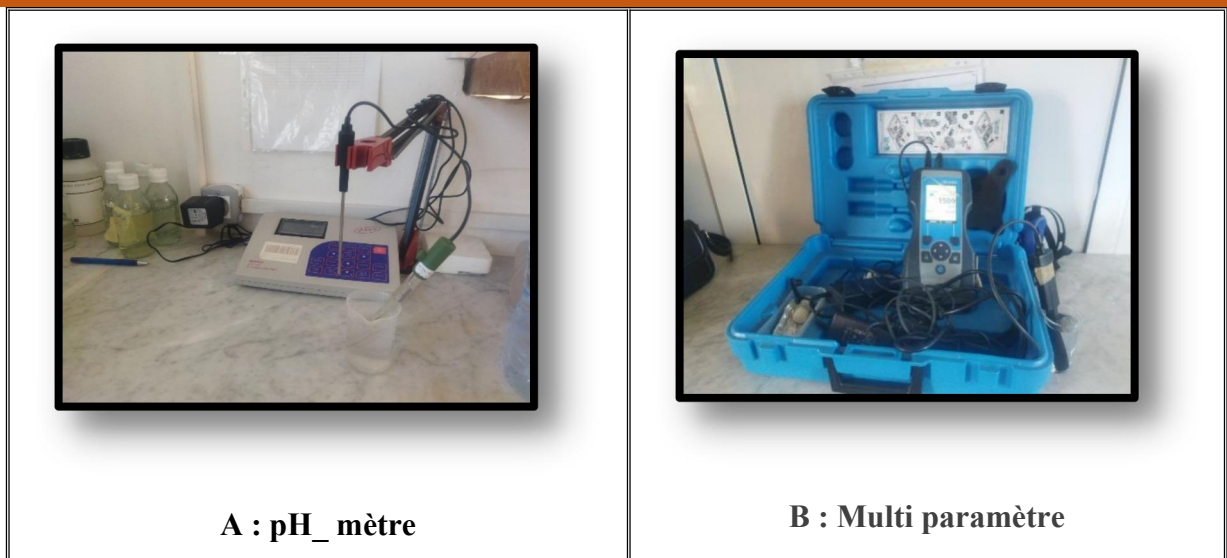


Figure 30 : Photographie du pH_ mètre et Multi paramètre (Photos originales, 2025)

2.9.2. Détermination de la dureté totale (TH)

Le titre hydrométrique total (THT) est une mesure qui indique, de manière globale, la teneur en sels de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}).

➤ Mode opératoire :

Prendre 100 ml d'échantillon dans une fiole de 300 ml.

- Ajouter 2 ml de la solution tampon.
- Ajouter une pincée de l'indicateur noir d'urochrome (net).
- En présence de la dureté la solution se colore en rouge cerise.
- Titrer avec la solution d'EDTA à 0.01 m jusqu'à l'obtention d'une couleur bleu.

➤ Calcul :

-TH en ppm de $\text{CaCO}_3 = V(\text{EDTA}) \times 10$.



Figure 31 : Photographie du Dosage (TH) (Photos originales, 2025)

2.9.3. Détermination du (TA) /(TAC)

Le titre alcalimétrique(TA) correspond mesure la teneur en alcalins libre OH^- et en carbonate CO_3^{2-} .

-Le titre alcalimétrique complet(TAC), égale à la somme d' OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^-

Matériel et méthodes

➤ Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'échantillon dans une fiole de 300 ml.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine, en présence de l'alcalinité (TA).
- on obtient une Couleur rose pale.
- titrer avec l'acide sulfurique (H₂SO₄) à 0.02 n jusqu'à la disparition de la couleur rose et noter le volume (VA).
- A la même solution précédente, ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur méthyle orange.
- Titrer avec l'acide sulfurique (H₂SO₄) à 0.02 n jusqu'au virage à la rose pale (VB).

➤ Calcul :

TAC en ppm de CaCO₃ = V = 10 mg/l et V = VA + VB

TAC = (V A + V B) * 10 en mg/l.



Figure 32 : Photographie du Dosage (TA)/(TAC). (Photos originales, 2025)

2.9.4. Détermination du calcium (Ca 2+) et magnésium (Mg 2+)

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'EDTA à pH compris entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'EDTA réagit d'abord avec les ions calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur coloré.

➤ Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'échantillon.
- Ajouter 2 ml de la solution de NaOH 1N.
- Agiter et ajouter une pincée de L'indicateur MUREXIDE (couleur rose foncée).
- Titrer avec EDTA 0.01 N jusqu'au virage mauve clair

➤ Calcul : Mg 2+ en ppm de CaCO₃ = TH - Ca²⁺



Figure 33 : Photographie du Dosage du calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}). (Photos originales, 2025)

2.9.5. Détermination de chlorure (Cl^-)

-Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en Présence de chromate de potassium.

➤ **Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'échantillon.

- Ajouter 02 gouttes de Chromate de Potassium.

-Titrer avec la solution de Nitrate d' Argent (AgNO_3^-) à 0.02 N.

-Jusqu'au virage du jaune au rouge brique. Plus la coloration est foncée, plus le taux de chlorure est élevé.

➤ **Calcul :**

$$\text{Cl}^- (\text{ppm}) = (\text{V-blanc}) * 7.1 \text{ Blanc} = 0,3$$



Figure 34 : Photographie du Dosage du chlorure (Cl^-) (photos originales, 2025)

2.10. Analyses statistiques

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du programme Graphpad Prisme version 8. Les résultats obtenus ont été représentés sous forme de pourcentage et moyenne \pm écart-type. La signification entre les différents échantillons a été vérifiée en utilisant l'analyse de variance « ANOVA » à un critère de classification suivi d'un test post-hoc (HSD) de Tukey's ($p \leq 0,05$).



CHAPITRE 03 :
RESULTATS ET DISCUSSION

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats d'identification des larves

Les larves récoltées au niveau du bateau nous a permis d'identifier le genre *Culiseta* représenté par l'espèce *Culiseta longiareolata*. Les critères d'identifications sont présentés dans la figure 35

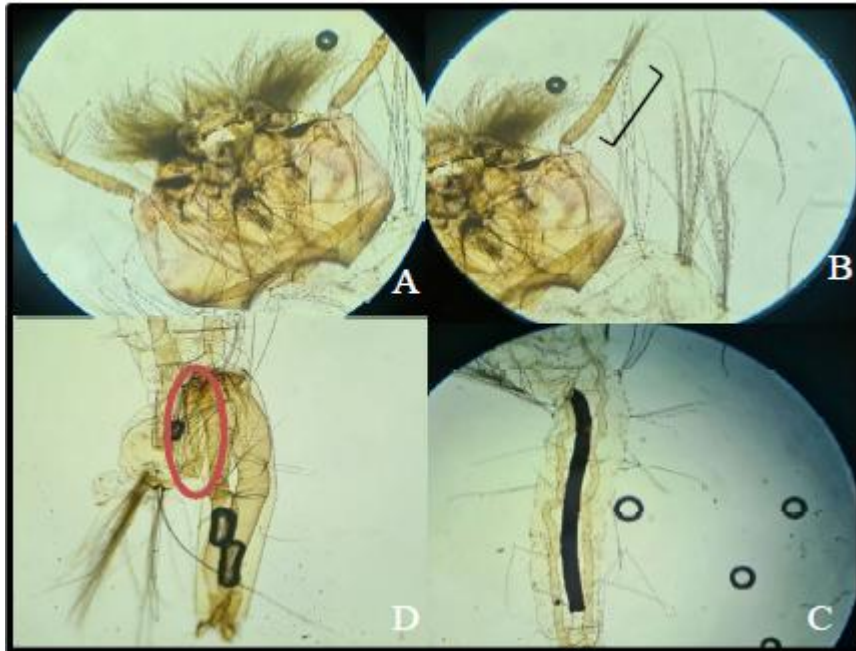


Figure 35 : Critères d'identification des larves de *Culiseta longiareolata* (x1000)

A : la tête. **B :** Antenne courte ($L=1/4$ de la longueur de la tête). **C :** abdomen des épines du segment VIII. **D :** siphon (avec peigne et 1 touffe basale).

3.2. Résultats des tests de toxicité larvaire (faune visée)

3.2.1. Etude de la toxicité de l'Abamectine

Les essais toxicologiques permettant de déterminer l'efficacité des insecticides évalués à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles. Les larves du 4^{ème} stade de *Culiseta longiareolata* ont été exposées aux différentes concentrations de l'abamectine testée (0,5 µg/ml, 1 µg/ml, 2 µg/ml, 4 µg/ml, 8 µg/ml) après 72 h, et les mortalités observées aux différentes séries d'expérience (témoins et traitées), corrigé par la formule d'Abotte est mentionnée dans le (Tableau 06, 07). Les résultats obtenus montrent une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes concentrations en fonction du temps. La mortalité a augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité de 37,69 % pour la concentration minimale (0.5 µg/ml) et la plus forte concentration de 8 µg/ml révèle une mortalité élevée avoisinant les 90 % a été enregistré après 72 heures d'exposition. Cette observation suggère une efficacité larvicide notable à des concentrations élevées. Une transformation angulaire des mortalités corrigées a été effectuée, pour normaliser les données obtenues et permettre ainsi d'effectuer l'analyse statistique (ANOVA).

L'analyse statistique à un seul critère de classification indique un effet très hautement significatif ($P < 0,001$) de l'Abamectine (Tableau 8, figure 37) révélant un effet dose-réponse après 72h de traitement. La droite de régression a été déterminée (Figure 38) ainsi les équations, après transformation des moyennes des mortalités corrigées en probits et les concentrations testées en logarithmes décimaux. La valeur du coefficient de détermination de cette droite ($R^2 = 0,84$ à 72h) révèle une très forte liaison positive entre les probits et les logarithmes décimaux des concentrations testées.

Tableau 06: Pourcentages de mortalités des larves de *Culiseta longiareolata* traitée par l'Abamectine (R: répétition)

Concentrations	R1(%)	R2(%)	R3(%)	R4(%)
0.5µg/l	26,31	36,84	52,63	35
1 µg/l	26,31	36,84	57,89	45
2 µg/l	31,57	42,1	57,89	50
4 µg/l	84,21	68,42	68,42	70
8 µg/l	100	89,47	89,47	92,98

Tableau 07: Mortalité corrigée (%) des larves L4 de *Culiseta longiareolata* nouvellement exuvies après traitement par les différentes concentrations de l'Abamectine après 72; $m \pm SE$ %; $n = 75$

Concentrations	0.5µg/ml	1 µg/ml	2 µg/ml	4 µg/ml	8 µg/ml
Mortalité (%)72h	37,69 \pm 10,96	41,51 \pm 13,33	45,39 \pm 11,24	72,76 \pm 7,67	92,98 \pm 4,96

Tableau 08 : Toxicité de l'Abamectine ($\mu\text{g/ml}$), via larve (L4) de *Culiseta longiareolata*: Mortalité corrigée (%); ($m \pm \text{SEM}$, $n = 4$ répétitions de 15 individus chacune) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	9126	4	3339	22,56	0,001***
Erreur résiduelle	1517	15	7,95		
Total	10643	19			

*** différence hautement significative ($p < 0,001$). SCE : somme des carrés des écarts ; ddl : degré de liberté ; CM : carré moyen ; Fobs : F observé ; p : niveau de signification

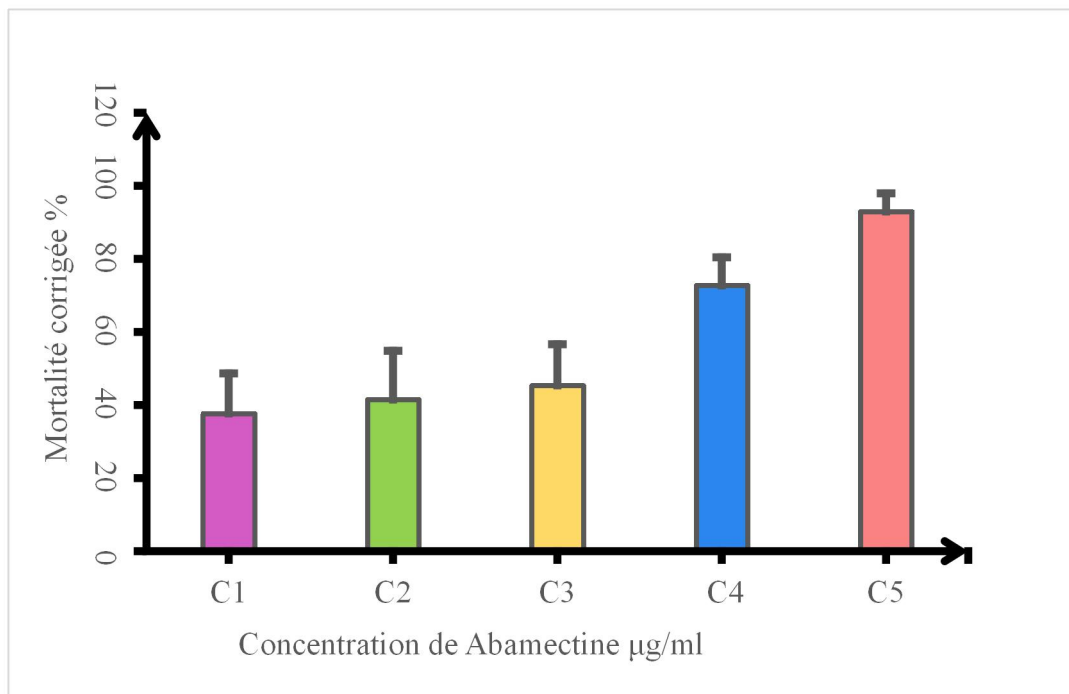


Figure 37: La variation du pourcentage de mortalité corrigée des larves L4 de *Culiseta logiareolata* traitées par Abamectine après 72 h d'exposition

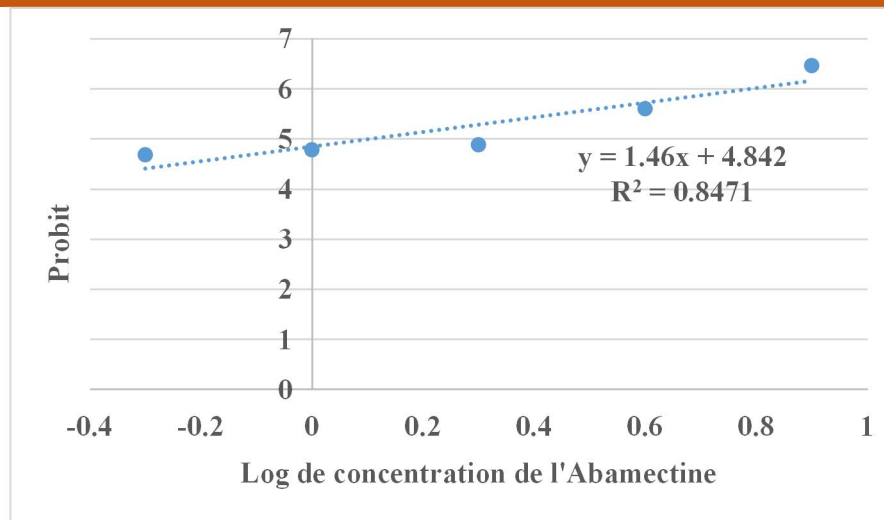


Figure 38 : La droite de régression des probits des moyennes de mortalité corrigée des larves L 4 après 72h de traitement en fonction des logarithmes décimaux des concentrations (R^2 = Coefficient de détermination).

3.2.2. Etude de la toxicité de l'extrait de *Myrtus communis*

Les essais toxicologiques permettant de déterminer l'efficacité des insecticides évalués à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles. Les larves du 4^e stade de *Culiseta longiareolata* ont été exposées aux différentes concentrations de l'extrait de *Myrtus communis* testée (2,5 g/l, 5 g/l, 10 g/l, 15 g/l, 20 g/l) après 72 h, et les mortalités observées aux différentes séries d'expérience (témoins et traitées), corrigées par la formule d'Abbott, sont mentionnées dans le (Tableau 09, 10). Les résultats obtenus montrent une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes concentrations en fonction du temps. La mortalité a augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité de 7,89 % pour la concentration minimale (2,5 g/l) et la plus forte concentration de 20 g/l révèle une mortalité élevée avoisinant les 25 % qui a été enregistrée après 72 heures d'exposition. Cette observation suggère une efficacité larvicide notable à des concentrations élevées. Une transformation angulaire des mortalités corrigées a été effectuée, pour normaliser les données obtenues et permettre ainsi d'effectuer l'analyse statistique (ANOVA). L'analyse de la variance à un critère de classification effectuée après transformation angulaire des pourcentages de mortalité révèle une différence hautement significative. ($p < 0,001$) (Tableau 11) entre les concentrations (Figure 39).

L'analyse statistique à un seul critère de classification indique un effet une différence hautement significative ($P < 0,001$) de *M.c* (Tableau 11, figure 39) révélant un effet dose-réponse après 72 h de traitement. La droite de régression a été déterminée (Figure 40). Ainsi les équations, après transformation des moyennes des mortalités corrigées en probits et des concentrations testées en logarithmes décimaux. La valeur du coefficient de détermination de cette droite ($R^2 = 0,91$ à 72 h) révèle une très forte liaison positive entre les probits et les logarithmes décimaux des concentrations testées.

Tableau 09: Pourcentages de mortalités des larves de *Culiseta longiareolata* traité par l'extrait aqueux de *M. communis*.

	R1(%)	R2(%)	R3(%)	R4(%)
2,5 g/l	5,26	10,52	5,26	10,52
5 g/l	10,52	10,52	5,26	10,52
10 g/l	10,52	10,52	5,26	20
15 g/l	21,05	15,78	21,05	20
20 g/l	21,05	21,05	21,05	25

Tableau 10 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culiseta longiareolata* traitées avec l'extrait aqueux de *M. communis* après, 72H

Concentrations	2,5 g/l	5 g/l	10 g/l	15 g/l	20 g/l
Mortalité 72h (%)	7,89 ±3,03	9,2 ±2.63	11,57 ±6,14	19,47 ±2,51	24,66 ±1,97

Tableau 11 : Toxicité de l'extrait aqueux de *M. communis* (g/l), via larve (L4) de *Culiseta longiareolata*: Mortalité corrigée (%) ; (m ± SEM, n= 4 répétitions de 15 individus chacune) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	833,4	4	208,3	12,29	0,001***
Erreur résiduelle	254, 3	15	16,95		
Total	1088	19			

*** différence hautement significative ($p < 0,001$). SCE : somme des carrés des écarts ; ddl : degré de liberté ; CM : carré moyen ; Fobs : F observé ; p : niveau de signification

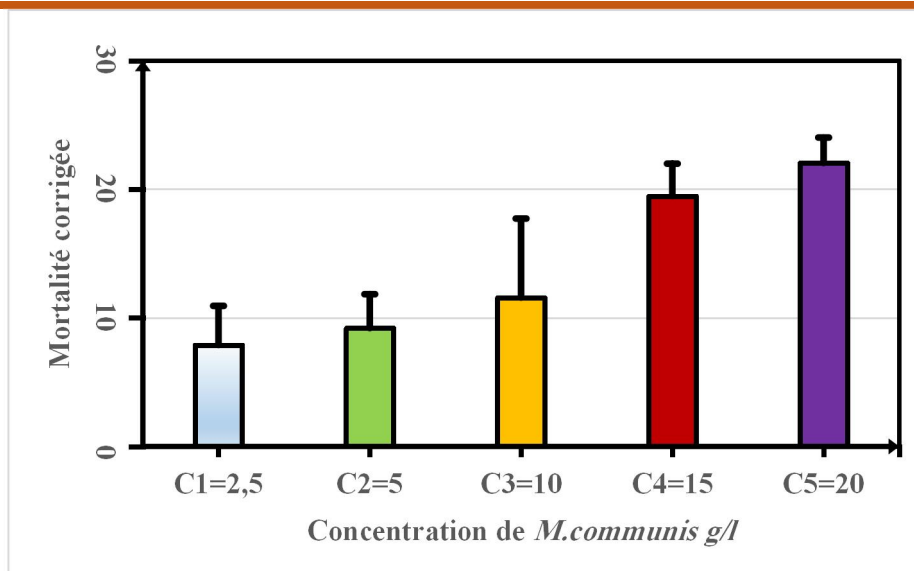


Figure 39: Variation du pourcentage de mortalité corrigée des larves L4 de *Culiseta logiareolata* traitées par l'extrait aqueux de *Myrtus communis* après 72 h d'exposition.

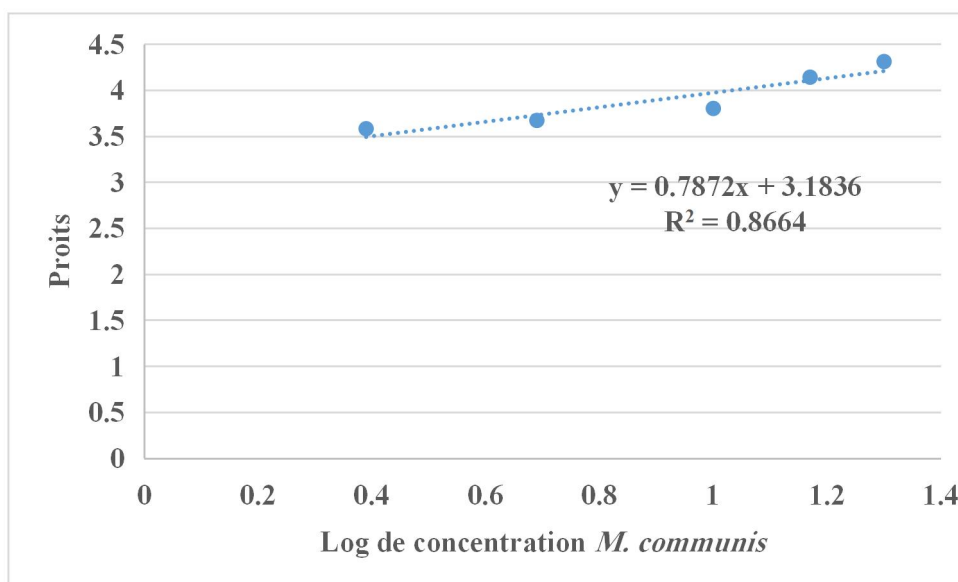


Figure 40: Droites de régressions des concentrations de l'extrait aqueux de *Myrtus communis* en fonction de la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* après 72h

3.2.3. Etude de la toxicité de l'extrait de *Laurus nobilis*

Les essais toxicologiques permettant de déterminer l'efficacité des insecticides évalués à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles. Les larves du 4^e stade de *Culiseta longiareolata* ont été exposées aux différentes concentrations de l'extrait *Laurus nobilis* de testée (2,5 g/l, 5 g/l, 10 g/l, 15 g/l, 20 g/l) après 72 h, et les mortalités observées aux différentes séries d'expérience (témoins et traitées), corrigées par la formule d'Abbott, sont mentionnées dans le (Tableau 12, 13). Les résultats obtenus montrent une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes concentrations en fonction du temps. La mortalité a augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité de 27,81 % pour la concentration

minimale (2,5 g/l) et la plus forte concentration de 20 g/l révèle une mortalité élevée avoisinant les 80 % qui a été enregistrée après 72 heures d'exposition. Cette observation suggère une efficacité larvicide, une augmentation progressive du taux de mortalité avec l'élévation des concentrations. Une transformation angulaire des mortalités corrigées a été effectuée, pour normaliser les données obtenues et permettre ainsi d'effectuer l'analyse statistique (ANOVA). L'analyse de la variance à un critère de classification effectuée après transformation angulaire des pourcentages de mortalité révèle une différence hautement significative ($p < 0,001$) (Tableau 14) entre les concentrations (Figure 41). L'analyse statistique à un seul critère de classification indique un effet une différence hautement significative ($P < 0,001$) de *L.nobilis* (Tableau 14, figure 41), révélant un effet dose-réponse après 72 h de traitement. La droite de régression a été déterminée (Figure 42). Ainsi les équations, après transformation des moyennes des mortalités corrigées en probits et des concentrations testées en logarithmes décimaux. La valeur du coefficient de détermination de cette droite ($R^2 = 0,87$ à 72 h) révèle une très forte liaison positive entre les probits et les logarithmes décimaux des concentrations testées.

Tableau 12 : Pourcentages de mortalités des larves de *Culiseta longiareolata* traité par extrait aqueux de *L.nobilis*.

	R1(%)	R2(%)	R3(%)	R4(%)
2,5 g/l	25,53	25,53	30,11	30,11
5 g/l	30,11	25,53	30,11	39,56
10 g/l	30,11	49,44	34,78	39,56
15 g/l	39,56	59,77	59,77	81,93
20 g/l	81,93	65,12	81,93	100

Tableau 13: Taux de mortalité corrigée des larves de *Culiseta longiareolata* traitées avec l'extarit aqueux de *L.nobilis* après 72h.

Concentrations	2,5 g/l	5 g/l	10 g/l	15 g/l	20 g/l
Mortalité 72h (%)	27,81 ±2,64	31,32 ±5,90	38,47 ±6,31	60,62 ±10,49	82,24 ±14,24

Tableau 14: Toxicité de l'extrait aqueux de *L. nobilis* (g/l), via larve (L4) de *Culiseta longiareolata*: Mortalité corrigée (%) ; ($m \pm SEM$, n= 4 répétitions de 15 individus chacune) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	8396	4	2099	17,13	0,001***
Erreur résiduelle	1838	15	122,95		
Total	10233	19			

*** différence hautement significative ($p < 0,001$). SCE : somme des carrés des écarts ; ddl : degré de liberté ; CM : carré moyen ; Fobs : F observé ; p : niveau de signification

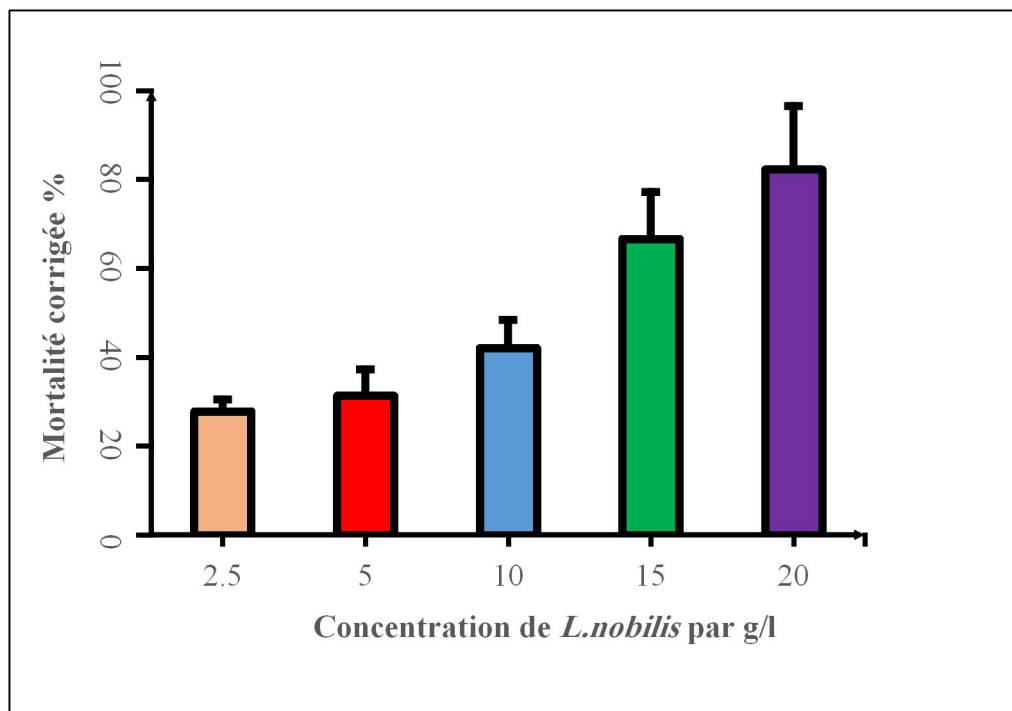


Figure 41: Variation du pourcentage de mortalité corrigée des larves L4 de *Culiseta logiareolata* traitées par l'extrait aqueux de *laurus nobilis* après 72 h d'exposition.

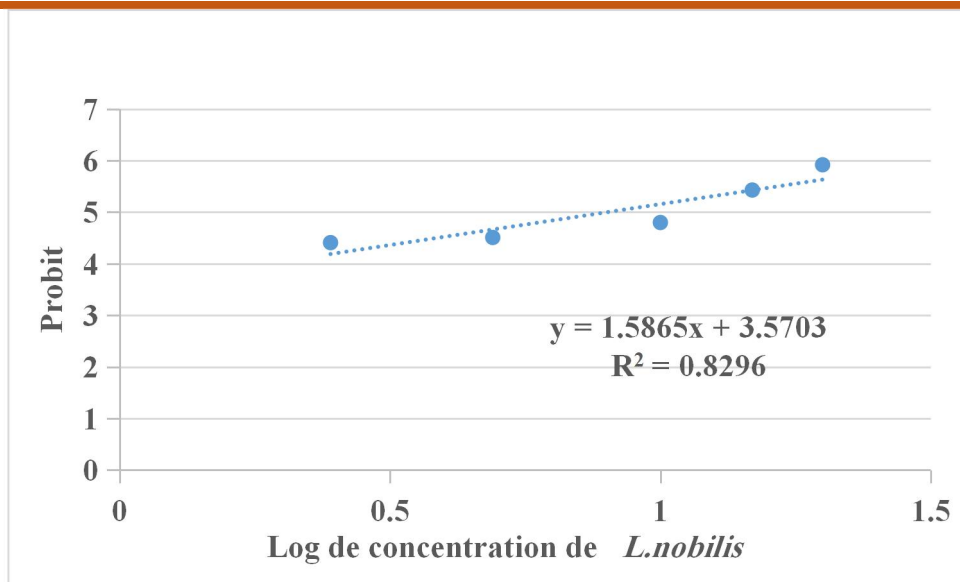


Figure 42: Droites de régressions des concentrations de l'extrait aqueux de *Laurus nobilis* en fonction de la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* après 72h.

3.2.4. La détermination des concentrations létales de (CL50)

Les concentrations létales CL50 des différentes molécules sont estimées après 72 h, à partir des équations des droites de régressions pour l'abamectine et *Laurus nobilis* et *Myrtus communis* sont respectivement : CL50=1,37µg/l avec un intervalle de confiance de 0.17 à 2.07µg/ml, CL50=15,55 g/l avec un intervalle de confiance de 6.7 à 28.3 g/l et CL50=89.07 g/l avec un intervalle de confiance de 35.67 à 2805g/l (**Tableau 15**).

Tableau 15 : Toxicité de l'Abamectine (µg/ml) et les extraits aqueux de *Laurus nobilis* et *Myrtus communis* (g/L), via les L4 de *Culiseta longiareolata*. Détermination des concentrations létales et leurs Hill Slope et le R carré

Pesticides	Équation	CL50 Intervalle de confiance (95%)	Slope	R ²
Abamectine	$y = 1,46x + 4,842$	$0.17 \leq 1,37 \leq 2.07$ (µg/ml)	0,88	0,84
<i>Laurus nobilis</i>	$y = 1,5865x + 3,5703$	$6.7 \leq 15,55 \leq 28.3$ g/l	1,17	0,85
<i>Myrtus communis</i>	$y = 0,7872x + 3,1836$	$35.67 \leq 89,07 \leq 2805$ g/l	0,8	0,91

3.3. Discussion de la toxicité des molécules testées à l'égard de la faune visée

Les *Culicidae* sont l'une des principales sources de danger qui menacent la société, car ils transmettent un grand nombre de maladies graves (Zhang et al.,2023) L'utilisation d'insecticides chimiques est la méthode la plus répandue et la plus utilisée pour éliminer les moustiques (Yadav et al.,2022) .Le mauvais usage des insecticides conventionnels entraîne souvent une pollution accrue de l'environnement, une résistance aux insecticides et peut également affecter la santé publique

(Vasantha-Srinivasan et al., 2016).

Cette situation a conduit les chercheurs à mettre au point une alternative aux insecticides synthétiques, de nouvelles molécules abordables d'origine végétale ne constituent pas une menace pour l'environnement ou pour la santé humaine. Selon Jacobson (1989), plus de 2000 espèces végétales ont des propriétés insecticides.

Dans cette étude, l'évaluation de l'impact de pesticide chimique l'abamectine et les extraits aqueux des deux plantes *Myrtus communis* et *Laurus nobilis* sur les larves du quatrième stade de *Culiseta longiareolata*, les résultats obtenus montre que:

-l'Abamectine présente une forte activité larvicide contre les larves de *Culiseta longiareolata*. Le taux de mortalité a atteint 64,91 % à une concentration de 8 µg/mL après 24 heures d'exposition, s'élevant à 81,58 % après 48 heures, pour atteindre 92,98 % après 72 heures.

Les résultats montrent que l'efficacité du pesticide augmente progressivement au fur et à mesure que le temps d'exposition s'écoule, car le taux de mortalité augmente et atteint son niveau le plus élevé révélant un effet dose réponse. La détermination de la concentration létale (CL₅₀) a été effectuée, et a enregistré 1,37 µg/ml indiquant le fort potentiel larvicide de la molécule, Ceci cohère avec l'étude toxicologique menée par Oliver et al., (2010) sur la toxicité de pyrrole chlorfénapyr via *l'anophèles funestus* qui montre des résultats de mortalité progressive et intense de cet espèce.

Ces résultats indiquent une augmentation nette de la mortalité en fonction de la concentration et de la durée d'exposition, ce qui confirme l'efficacité rapide de l'Abamectine par rapport aux extraits végétaux. La valeur de la CL₅₀ estimée à 1,37 µg/mL reste très basse, traduisant ainsi une forte toxicité larvicide.

Ces observations sont en accord avec celles rapportées par Kavallieratos et al., (2009), qui ont enregistré un taux de mortalité supérieur à 94 % à une concentration de 0,5 ppm de l'abamectine après 21 jours contre trois espèces d'insectes des denrées stockées . De même, Legwaila et al., (2022) ont rapporté une efficacité notable contre *Tetranychus cinnabarinus* après 72 heures de traitement avec de l'abamectine. Enfin, Massoud et al. (2023) ont confirmé ces performances contre les nématodes *Meloidogyne sp.* sur concombre.

-La forte toxicité des pesticides conventionnels affecte non seulement le modèle biologique visé mais aussi l'environnement notamment la faune non visée (Louat, 2013). Parmi les solutions établies, l'utilisation des extraits de plantes, principalement en Algérie comme type d'insecticide commence à évoluer à travers plusieurs études récentes (Belkhiri et al., 2023; Abdelali et al.,2023; Gharbi et al., 2022)

-L'extrait aqueux de *Myrtus communis* a montré une activité larvicide limitée contre *Culiseta longiareolata*, avec des taux de mortalité de 7,02 % après 24 heures, 19,29 % après 48 heures, et atteignant 24,66 % après 72 heures à la concentration maximale (20 g/L). Cette réponse faible reflète une relation dose-effet peu marquée, confirmée par une CL₅₀ élevée de 89,07 g/L, traduisant ainsi une

efficacité réduite comparée à l'Abamectine et à *Laurus nobilis*. Cependant, plusieurs études antérieures ont mis en évidence un potentiel insecticide du *Myrtus communis* contre des espèces de moustiques. Notamment, Koutsaviti et al. (2015) ont rapporté une activité larvicide modérée de cette plante contre les larves de *Culex pipiens molestus*. Plus récemment, Yezli et al. (2024) ont montré que le *Myrtus communis* provoquait une mortalité importante chez les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*, avec une CL_{50} de 0,47 $\mu\text{L}/\text{mL}$ (volume/air)

Ces résultats suggèrent que, bien que l'efficacité de l'extrait aqueux reste limitée, le *Myrtus communis* constitue un candidat prometteur dont la valorisation passerait par des techniques d'extraction ou de formulation plus adaptées.

- **L'extrait aqueux de *Laurus nobilis*** a montré une activité larvicide modérée contre les larves de *Culiseta longiareolata*, avec des taux de mortalité de 21,05 % après 24 heures, 52,63 % après 48 heures, et atteignant 82,24 % après 72 heures à la concentration maximale (20 g/L). Ces résultats révèlent une relation positive entre la concentration de l'extrait et la durée d'exposition d'une part, et le taux de mortalité d'autre part.

La CL_{50} de l'extrait aqueux a été estimée à 15,55 g/L, une valeur supérieure à celle de l'Abamectine (1,37 $\mu\text{g}/\text{mL}$), mais inférieure à celle de *Myrtus communis* (89,07 g/L), traduisant ainsi une efficacité intermédiaire de la plante.

Ces observations sont en accord avec les résultats de Bouzidi et al. (2019), qui ont rapporté une activité larvicide significative d'un extrait de *Laurus nobilis* contre *Culiseta longiareolata*, avec des taux de mortalité croissants en fonction de la concentration et du temps d'exposition. De même, Aissaoui et al. (2023) ont démontré que l'extrait de *Laurus nobilis* possède une efficacité notable contre les larves du troisième et quatrième stade de *Culex pipiens*, avec des CL_{50} respectives de 3,74 $\mu\text{L}/\text{L}$ et 18 $\mu\text{L}/\text{L}$, confirmant ainsi la richesse de cette plante en composés bioactifs.

Ces études indiquent que la plante *Laurus nobilis* contient des composés naturels à potentiel larvicide, mais que l'efficacité de l'extrait aqueux reste inférieure à celle d'autres types d'extraits obtenus par des méthodes d'extraction différentes. Cela suggère que l'amélioration des techniques d'extraction pourrait permettre de récupérer une plus grande quantité de substances actives et d'augmenter l'efficacité de l'extrait contre les larves de moustiques.

Les effets larvicides des trois substances testées contre les larves de *Culiseta longiareolata* a révélé des différences notables dans les taux de mortalité en fonction du type de substance et de la concentration. L'abamectine s'est avérée la plus efficace, avec une $CL_{50} = 1,37 \mu\text{g}/\text{mL}$, montrant des taux de mortalité élevés dès les premières heures

- Elle est suivie par *Laurus nobilis*, dont l'extrait aqueux a affiché une $CL_{50} = 15,55 \text{ g}/\text{L}$, indiquant une activité larvicide modérée. Enfin, *Myrtus communis* s'est révélé le moins actif avec une $CL_{50} = 89,07 \text{ g}/\text{L}$. Toutefois, des études comme celles de Koutsaviti et al. (2015) et Yezli et al. (2024) ont

démontré une meilleure efficacité de cette plante via d'autres types d'extraits. Ces différences d'efficacité peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs : le type de molécule : l'abamectine est une molécule pure, neurotoxique puissante, ciblant directement les récepteurs au glutamate-chlorure dans le système nerveux des insectes, causant paralysie et mort rapide (US EPA, 2010). La méthode d'extraction : l'efficacité des extraits végétaux varie selon le procédé utilisé (aqueux, méthanolique, huileux). Dobroslavić et al. (2021) ont confirmé que la technique d'extraction influence considérablement la quantité et la nature des composés actifs extraits de *Laurus nobilis*, impactant directement son activité biologique.

Il est également important de signaler que certains cas de mortalité peuvent être dus à des causes naturelles, ce qui explique la présence de mortalités limitées au sein du témoin. Les résultats obtenus montrent que la mortalité des témoins n'atteint 20 % que après 72 heures du test, confirmant la validité et la qualité de l'essai, prouvant que les mortalités élevées observées dans les lots traités sont bien dues à l'effet des substances testées. Cela justifie l'importance d'une comparaison rigoureuse avec les lots traités pour valider les effets réels de la substance testée. De plus, Benelli et Mehlhorn (2016) ont souligné qu'une faible mortalité dans le témoin, tant qu'elle reste dans des limites acceptables (généralement 10–20 %), n'affecte pas la validité des essais et garantit la fiabilité des résultats biologiques.

Cette étude recommande de poursuivre les recherches visant à améliorer les techniques d'extraction des composés actifs des plantes aromatiques et d'évaluer leur efficacité en conditions naturelles, dans le cadre de programmes de lutte biologique contre les moustiques vecteurs de maladies.

3.4. Etude de la toxicité des extraits aqueux à l'égard de la faune associée

Les essais toxicologiques permettant de déterminer l'impact des deux extraits aqueux de *M. communis* et *L. nobilis* insecticides sur la faune non visée, et ceux par l'application de la concentration létale 50 de chaque plante sur l'espèce *Gyrinus substriatus*. Le pourcentage de mortalité de l'espèce non visée témoin et traité à la CL50 des deux molécules est représenté dans les tableaux suivants :

Tableau 16 : Taux de mortalité de la faune associée espèce *Gyrinus substriatus* traité par la CL50=89,07g/l de *M. communis*, et CL50=15,55g /l de *L. nobilis* après 72heures (m±s; n=5).

Concentrations	Témoin	CL 50 de <i>M.c</i>	CL 50 de <i>L.n</i>
Mortalité (%)	0±0	20%±0	13.33%±0,19

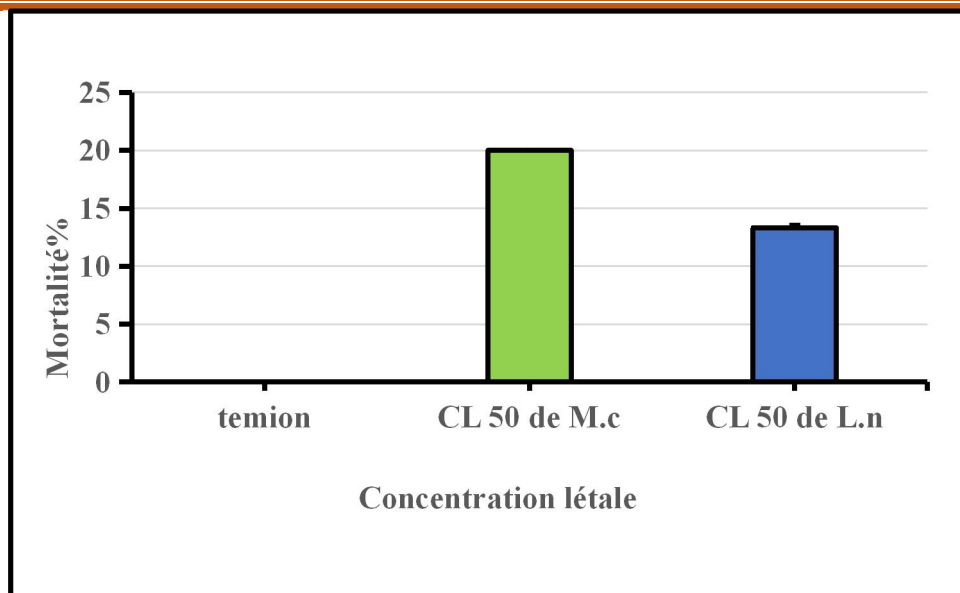


Figure 43 : Mortalité de la faune associée l'espèce *Gyrinus substriatus* traité à l'extrait aqueux CL50=89,07g/l de *M. communis*, et CL50=15,55g /l de *L. nobilis* après 72heures (m±s ; n=5).

Le graphique illustre l'effet de deux extraits végétaux (*M.c* et *L.n*) sur la mortalité de *Gyrinus substriatus* après 24 heures d'exposition à leur CL50 respective. Le témoin ne montre aucune mortalité, confirmant ainsi l'absence d'effet toxique du milieu expérimental. L'extrait de (*M.c*) provoque une mortalité moyenne de 20 %, sans variation notable entre les individus, ce qui traduit une réponse homogène. En revanche, l'extrait de *Laurus nobilis* (*L.n*) induit une mortalité d'environ 13 %, accompagnée d'un écart-type de $\pm 0,19$, indiquant une plus grande variabilité individuelle. Ces résultats suggèrent que l'extrait de *M. c* est légèrement plus toxique que celui de *L.n* via la faune associée. Ces résultats traduisent une toxicité limitée de ces substances envers les espèces non cibles lors d'une exposition de courte durée. Une observation similaire a été rapportée par Ben Nasr et al. (2021) dans leur étude sur *Tribolium confusum*, où les effets des extraits végétaux restent modérés durant les premières heures d'exposition.

Ces constats confirment l'intérêt de l'utilisation de substances d'origine végétale ou de biopesticides à des concentrations maîtrisées, afin de limiter l'impact sur les organismes aquatiques non ciblés et préserver l'équilibre de l'écosystème.

3.5. Analyse des paramètres physicochimiques

3.5.1. Spatiales

Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques obtenues de l'Oued « El Rhezal » et du point de pénétration l'Oued dans le Barrage « Boussiaba » sont présentés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Résultats des analyses de prélèvement des paramètres physico-chimiques.

	Unités	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04	Normes
pH		7,5	7,5	7,5	8,5	6,5-8,5
Conductivité	µs/cm	233,6	197,5	199	430,6	2800
TDS	(mg/L)	135,7	129,76	111,03	210,1	2000
Température	(°c)	22,3	22	22,3	22,3	25
Calcium	(mg/L)	134	124,6	100,6	32,3	200
Chlorure	(mg/L)	98,05	97	80,5	71	250
Magnésium	(mg/L)	76,6	60,3	65	56,6	150
TAC	(°f)	111,5	72	79	81,6	---
TH	(°f)	62,76	62,675	51,81	31,3	50

L'analyse physico-chimique des eaux de l'Oued El Rhezal a révélé des variations limitées pour les paramètres pH, température, conductivité électrique (CE) et TDS, traduisant une faible minéralisation et une qualité globalement acceptable. Cependant, des valeurs élevées de la dureté totale (TH) ont été enregistrées aux stations 1 à 3, dépassant les normes recommandées. Cette élévation pourrait être attribuée au lessivage agricole des terres avoisinantes et à la nature géologique calcaire du secteur. De plus, la présence d'un abattoir à proximité de l'Oued contribue à l'apport d'effluents organiques et minéraux, favorisant l'élévation de certaines concentrations. Une situation similaire a été rapportée par Ramdani et Laifa (2017) dans l'Oued Bounamoussa, où les activités agricoles et anthropiques ont directement influencé la dureté et la qualité de l'eau. Par ailleurs, la proximité d'une zone urbaine et d'une route représente également des sources potentielles de pollution, comme l'a confirmé l'étude récente de Hamza et al. (2022) dans le bassin versant de Macta (Ouest Algérien), où l'expansion urbaine et le développement du réseau routier ont fortement contribué à la dégradation de la qualité des eaux de surface en raison des apports de rejets urbains et de ruissellements routiers.

3.5.2. Temporelles

Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques obtenues de l'oued « El Rhezal » et du point de pénétration l'oued dans le Barrage « Boussiaba » des trois prélèvements réalisés durant le mois de Mai (Temporelles) de chaque paramètre sont présentées dans les histogrammes en dessous.

3.5.2.1. Le potentiel Hydrogène (pH)

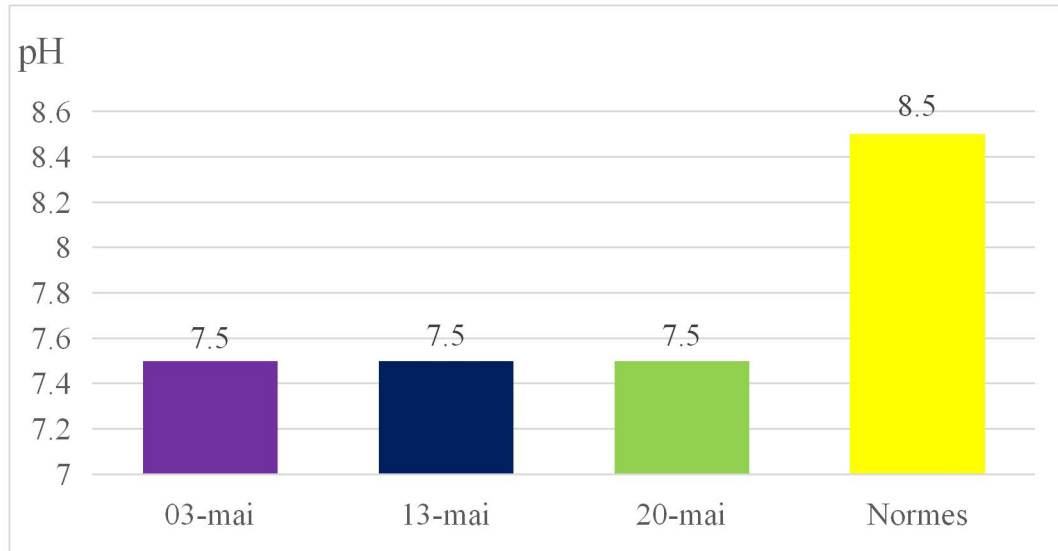


Figure 44 : Variation temporelle du pH de la zone d'étude.

Les eaux de l'oued El Rhezal ont enregistré une valeur de pH stable de 7,5 tout au long de la période d'échantillonnage, se situant dans l'intervalle recommandé de 6,5 à 8,5 selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé (2021). Ces résultats concordent avec l'étude réalisée sur les eaux de source de la région de Mila, dans le Nord-est de l'Algérie (Lalaoui et al., 2024), où le pH variait entre 7,2 et 7,6. Cette similarité traduit un bon équilibre bicarbonaté et géologique, et reflète également l'absence d'influences acides ou basiques excessives liées aux activités anthropiques.

3.5.2.2. La Conductivité Electrique

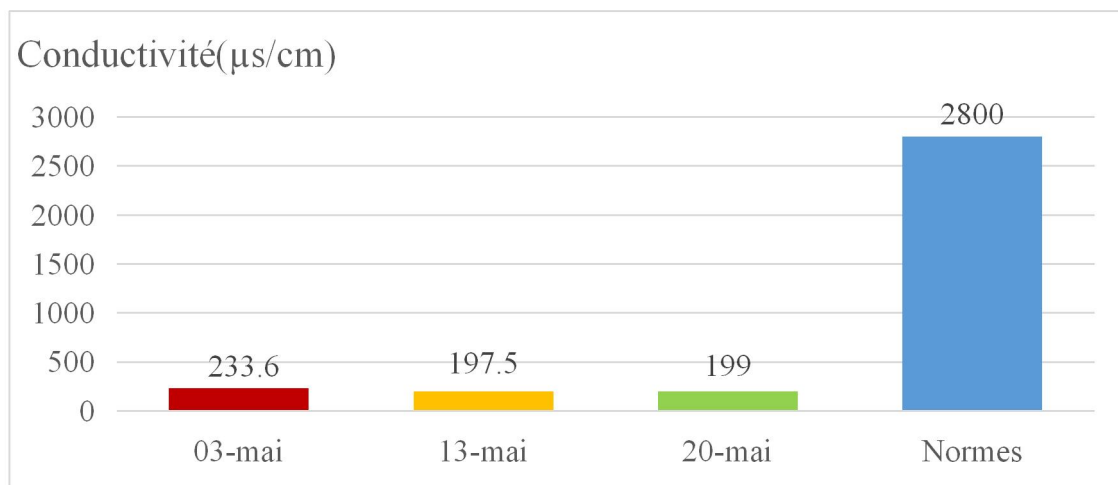


Figure 45: Variation temporelle de la conductivité électrique de la zone d'étude.

Les eaux de l'oued El Rhezal ont présenté des valeurs de conductivité électrique comprises entre 197,5 et 233,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, traduisant une faible minéralisation. Ces valeurs sont largement inférieures à celles rapportées par Lalaoui et al. (2024) dans la région de Mila, où la conductivité variait entre 872 et 2009 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De même, l'étude de Abou Traoré et al. (2012) réalisée sur la lagune Aghien a relevé des valeurs comprises entre 80,55 et 198,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cette comparaison confirme que les eaux de l'oued El Rhezal sont moins minéralisées que celle de ces milieux et se distinguent par une bonne qualité chimique.

3.5.2.3. Total Dissolved Solids (TDS)

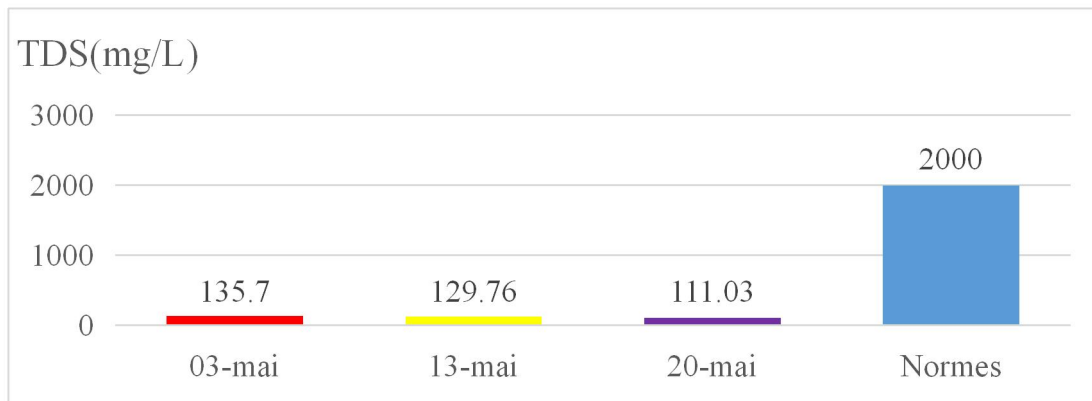


Figure 46: Variation temporelle du TDS de la zone d'étude.

Les concentrations de TDS dans les eaux de l'oued El Rhezal ont varié entre 111 et 136 mg/L, indiquant une eau faiblement minéralisée et de bonne qualité, puisqu'elles restent bien en dessous de la limite recommandée de 2000 mg/L selon l'OMS (2021). Par comparaison, l'étude de Bougdah et al. (2017) a enregistré un flux annuel de 207 000 tonnes/an de TDS à l'entrée du barrage de Zit Amba et de 472 000 tonnes/an à la sortie vers la mer, avec des flux spécifiques de 460 t/km²/an et 325 t/km²/an respectivement. Cette différence montre que les eaux de l'oued El Rhezal sont nettement moins chargées en sels dissous par rapport aux milieux aquatiques fortement minéralisés du Nord algérien.

3.5.2.4. La Température de l'Eau (T °C)

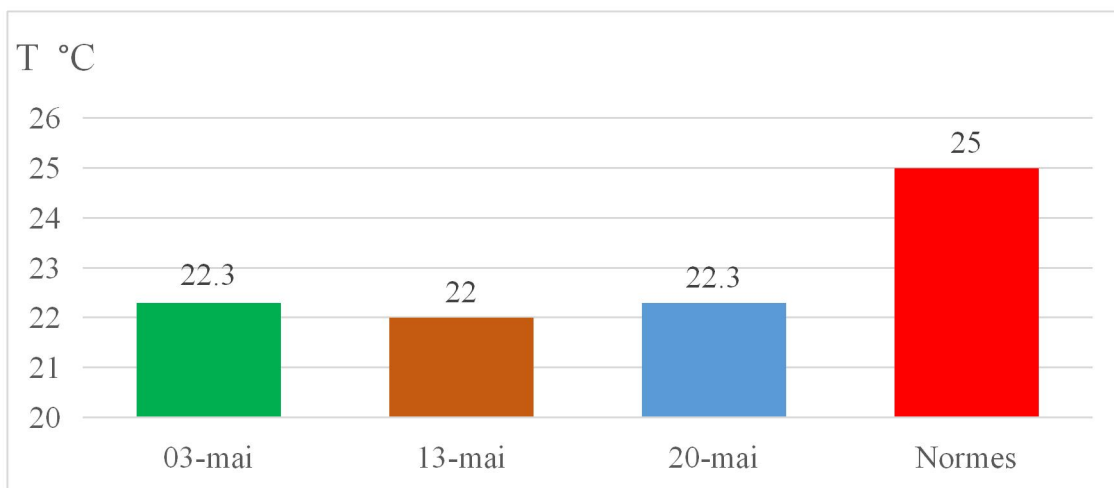


Figure 47 : Variation temporelle du Température °C de la zone d'étude .

Les températures des eaux de l'oued El Rhezal ont varié entre 22 et 22,3 °C, restant inférieures à la limite de 25 °C recommandée par l'OMS (2021). Ces valeurs traduisent une stabilité thermique favorable au milieu aquatique.

3.5.2.5 Calcium

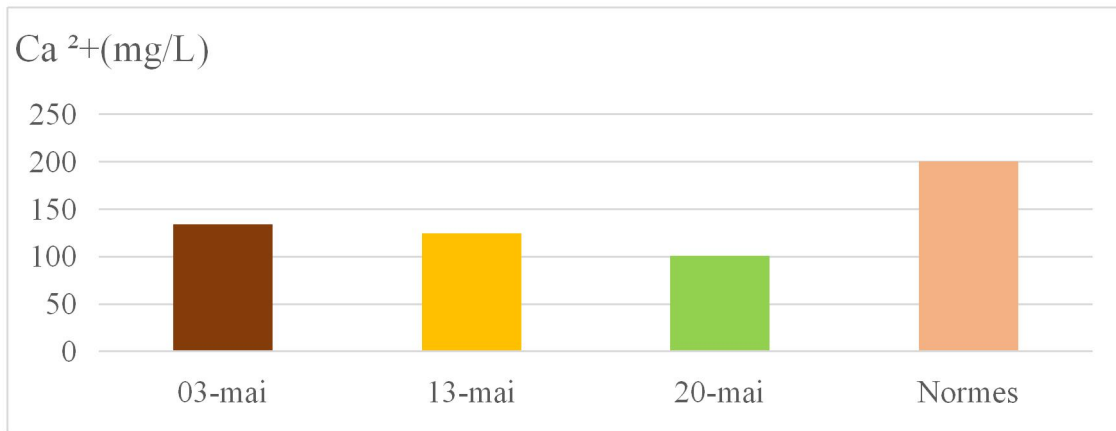


Figure 48 : Variation temporelle du Ca²⁺ de la zone d'étude.

Les eaux de l'oued El Rhezal ont enregistré des teneurs en Ca²⁺ comprises entre 100,6 et 134 mg/L, inférieures à la norme de 200 mg/L (OMS, 2021). Ces valeurs sont similaires à celles de Guettaf et al. (2014) dans l'oued Seybouse, où le calcium variait entre 79,57 et 124,4 mg/L. Cette concordance reflète une minéralisation naturelle modérée liée à la géologie calcaire de la région. L'absence de dépassement confirme la qualité hydrochimique stable et sans pollution calcique.

3.5.2.6. Chlorures

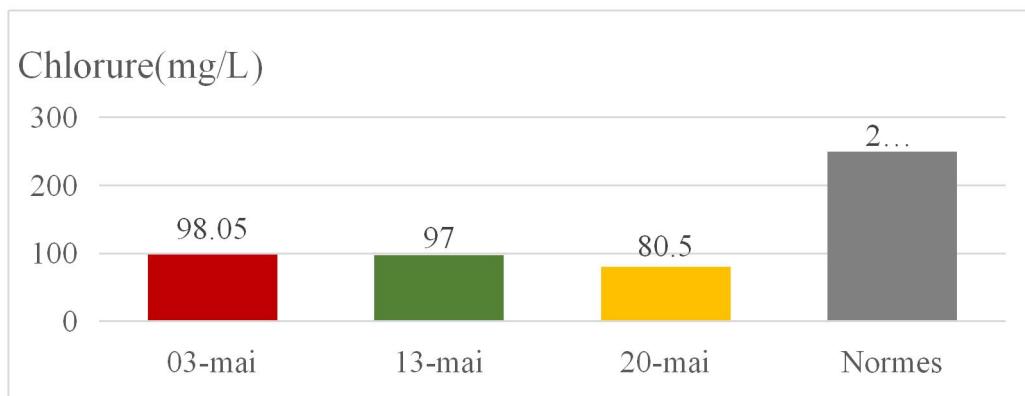


Figure 49: Variation temporelle du Cl⁻ de la zone d'étude.

Les eaux de l'oued El Rhezal ont enregistré des concentrations en Cl⁻ comprises entre 80,5 et 98,05 mg/L, bien inférieures à la limite maximale de 250 mg/L recommandée par l'OMS (2021). Ces valeurs sont comparables à celles rapportées dans l'étude de Rahmani et Chibane (2022), où la concentration moyenne en chlorures était de 89,38 mg/L, avec des valeurs variant de 41,13 à 239,66 mg/L. Cette concordance traduit une minéralisation saline modérée et l'absence de pollution chlorurée significative dans les eaux de l'oued El Rhezal.

3.5.2.7. Magnésium

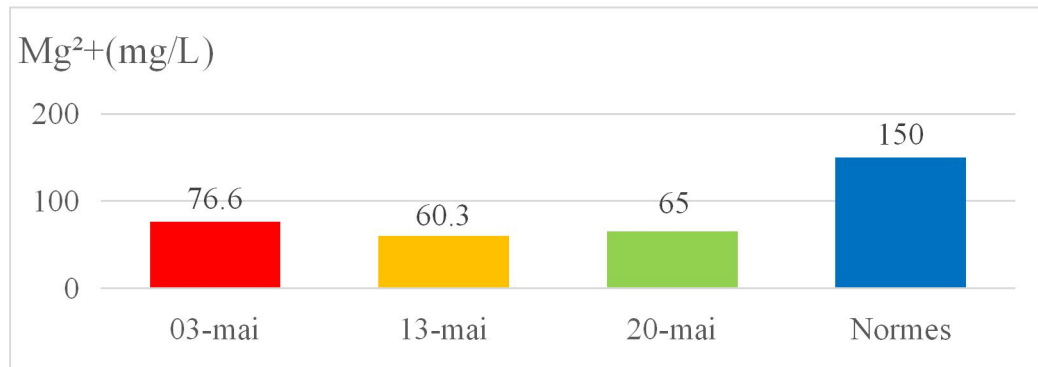


Figure 50 : Variation temporelle du Mg²⁺ de la zone d'étude.

Les eaux de l'oued El Rhezal ont présenté des teneurs en Mg²⁺ variant entre 60,3 et 76,6 mg/L, inférieures à la limite de 150 mg/L recommandée par l'OMS (2021). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Gaagai et al. (2023) dans l'aquifère du Doucen (Sahara Algérien), où les concentrations de magnésium variaient entre 75 et 423 mg/L avec une moyenne de 155,44 mg/L. Cette comparaison reflète une minéralisation modérée sans signe de pollution saline ou métallique.

3.5.2.8. Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

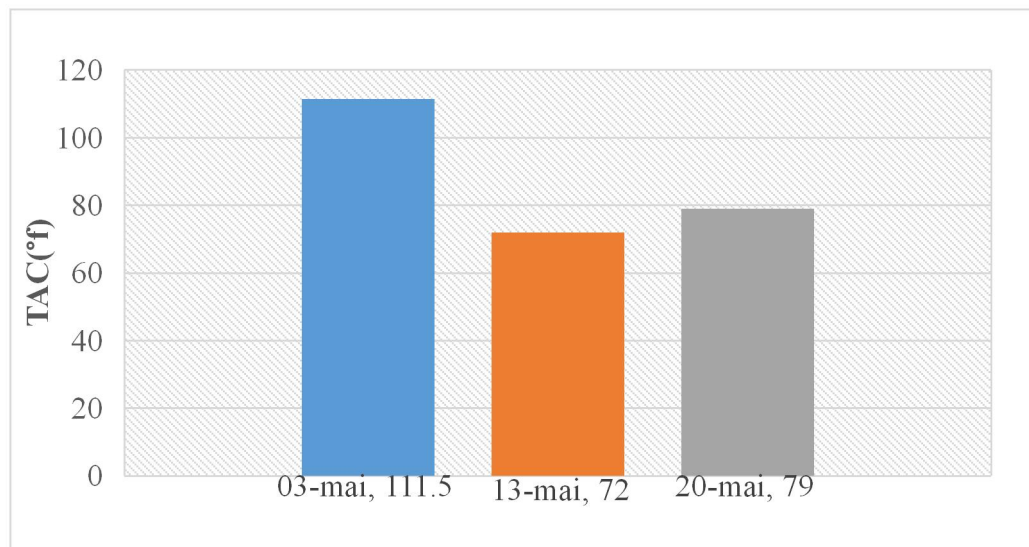


Figure 51: Variation temporelle du TAC de la zone d'étude.

Le bicarbonate (HCO₃⁻) constitue le principal composant de l'alcalinité totale (TAC) dans les eaux naturelles. Les eaux de l'oued El Rhezal ont affiché des valeurs comprises entre 72 et 111,5 mg/L CaCO₃, situées dans la plage généralement observée dans les eaux de surface Algériennes. Selon l'étude de Lalaoui et al. (2024) sur les eaux de source de la région de Mila, les teneurs en HCO₃⁻ variaient de 65 à 180 mg/L CaCO₃. Cette proximité traduit une similitude dans les caractéristiques hydrochimiques locales et reflète une capacité modérée de ces eaux à neutraliser l'acidité et à maintenir l'équilibre chimique du milieu.

3.5.2.9. Dureté Totale (TH)

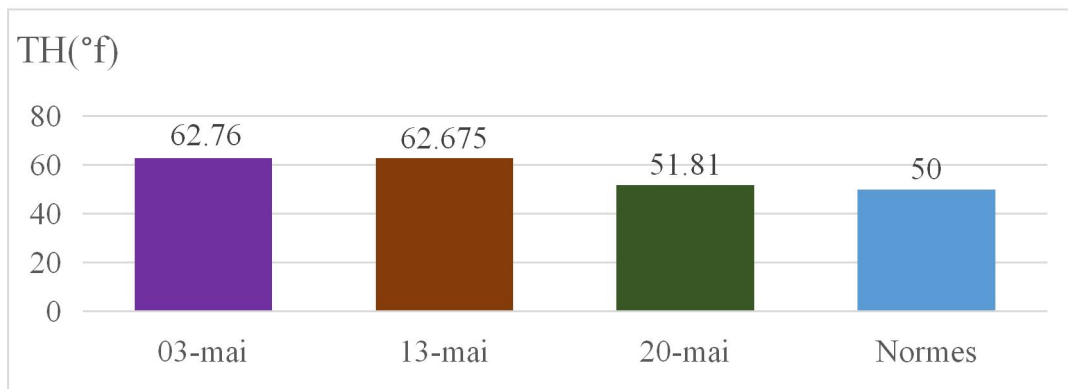
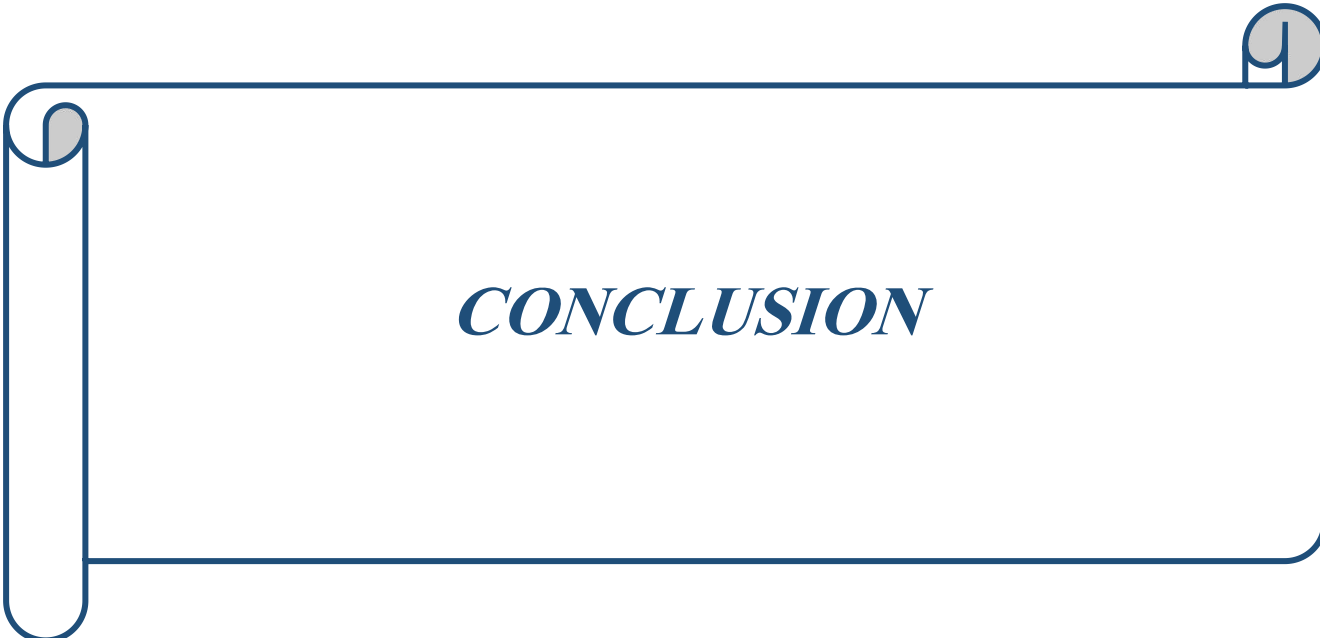


Figure 52 : Variation temporelle du TH de la zone d'étude.

Les eaux de l'oued El Rhezal ont présenté des valeurs de TH allant de 51,8 à 62,8 °f, légèrement supérieures à la norme OMS de 50 °f (2021). Les résultats obtenus sont contradictoires à l'étude menée à Souk Ahras révélant des duretés comprises entre 1,2 et 10 °f, avec une moyenne de 4,01 °f Benbouzid et al. (2024) . Cette différence indique une minéralisation calco-magnésienne marquée liée à la géologie carbonatée locale. Les eaux d'El Rhezal sont ainsi qualifiées de moyennement à fortement dures



CONCLUSION

CONCLUSION

Nos expérimentations ont été menées chez le quatrième stade larvaire de *Culiseta longiareolata* en vue d'évaluer les effets insecticides : une chimique conventionnelle l'Abaméctine et les extraits aqueux de *Myrtus communis* et *Laurus nobilis*.

Les bioessais réalisés révèlent une toxicité forte de l'Abamectine avec une CL50 = 1,37 µg/ml, suivie des deux extraits aqueux *Laurus nobilis* avec une CL50 = 15,55 g/l et en dernière position *Myrtus communis* avec CL50 = 89,07 g/l, démontrant l'efficacité de ces molécules, spécialement les extraits aqueux, confirmant le potentiel larvicide important de ces agents contre la faune ciblée.

Cependant, les essais toxicologiques sur la faune associée (non ciblée) où les CL50 des extraits aqueux appliquées sur *Gyrinus substriatus* ont révélé des mortalités limitées préservant la faune associée constituant une bonne alternative aux substances chimiques dans le contrôle des insectes nuisibles, et la préservation de la biodiversité et l'environnement et ce dans le cadre des programmes de lutte intégrée, comme alternative aux pesticides synthétiques.

Alors que l'analyse des paramètres physico-chimiques des trois stations de l'Oued « El Rhezal » et de la quatrième station situé au barrage « Boussiaba » indique que tous les paramètres sont dans la norme sauf pour la dureté totale au niveau des trois premières stations révélant une altération de la qualité des eaux de l'Oued, s'explique principalement par les effluents urbains de la zone à proximité, du ruissellements routiers et au lessivage des terres agricoles environnantes.

A l'avenir il serait intéressant de compléter le présent travail par :

Une évaluation approfondie des impacts écologiques de ces extraits avant leur intégration dans les programmes de lutte. Garantissant ainsi une protection durable de l'environnement et de la santé publique.



*REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES*

A

- 1) **Abbott, W. S. (1987)**. A method of computing the effectiveness of an insecticide
- 2) **Abd S., 2020**, Life cycle and cytogenetic study of mosquitoes (Diptera: Culicidae), *Life Cycle and Development of Diptera*, 57: 82-83.
- 3) **Aiboud, K. (2012)**. Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 4) **Aitken, T. H. (1954)**. The culicidae of sardinia and corsica (diptera). *Bulletin of Entomological Research*, 45(3), 437-494.
- 5) **Aissaoui, A., Khelil, M. A., Houali, K., & Soltani, N. (2023)**. Activité larvicide de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* contre les larves de *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Applied Ecology and Environmental Research*, 21(1), 2873–2888. https://aloki.hu/pdf/2101_287300.pdf
- 6) **Aissi et Mena, 2020**. Contribution à l'étude de la biodiversité et l'écologie des moustiques dans les steppes, essais de lutte. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
- 7) **Aleksic, V., & Knezevic, P. (2014)**. Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiological research*, 169(4), 240-254.
- 8) **ALLOUI, K. (2024)**. EVALUATION DE L'ACTIVITE DES HUILES ESSENTIELLES D'*Eucalyptus globulus*, A L'EGARD D'UNE ESPECE DE MOUSTIQUES Morphométrie, Biochimie (Doctoral dissertation, Université Echahid Chikh Larbi Tébessi-Tébessa).
- 9) **Amara Korba, R., Alayat, M. S., Bouiba, L., Boudrissa, A., Bouslama, Z., Boukraa, S., ... & Boubidi, S. C. (2016)**. Ecological differentiation of members of the *Culex pipiens* complex, potential vectors of West Nile virus and Rift Valley fever virus in Algeria. *Parasites & vectors*, 9, 1-11.
- 10) **ANONYME., 2000** - W.R.B.U ,2000
- 11) **Atlantique, E. I. D. (2014)**. *Le cycle de vie du moustique*. <https://www.eidatlantique.eu/page.php?P=144>
- 12) **Authority, E. F. S., Anastassiadou, M., Arena, M., Auteri, D., Brancato, A., Bura, L & Villamar-Bouza, L. (2020)**. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance abamectin. *EFSA Journal*, 18(8), e06227.

B

- 13) **BECKER, N., ET ASCHER, K.R.S. (1998)**. the use of *Bacillus thuringiensis* (Bti) against mosquitoes, with special emphasis on the ecologica. *Journal of Entomology*, 32. 63-69.
- 14) **Beloued, A. (1998)**. Plantes médicinales d'Algérie. *Office Des*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 15) **Benelli, G., & Mehlhorn, H. (2016).** Declining malaria, rising of dengue and Zika virus: insights for mosquito control. *Parasitology Research*, 115(5), 1747–1754. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-4971-z>
- 16) **Benhissen, S., Habbachi, W., & Ouakid, M. L. (2017).** Biodiversité et répartition des moustiques (Diptera: Culicidae) dans les oasis de la région de Biskra (Sud-est Algérie). *Algerian journal of Arid Environment*, 7(1), 96-101.
- 17) **Benhissen, S., Habbachi, W., Rebbas, K., & Masna, F. (2018).** Études entomologique et typologique des gîtes larvaires des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Bousaâda (Algérie) Entomological and typological studies of larval breeding sites of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Bousaâda area (Algeria). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*. Vol. 87, article, 2018; p. 112 – 120
- 18) **Ben Nasr, N., Jemâa, J.M.B., & Tounsi, S. (2021).** Insecticidal activity of *Mercurialis annua* extracts against *Tribolium confusum*: Efficacy and safety assessment. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24(2), 504–510. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.02.013>
- 19) **Berchi, S. (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* L.(Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. *Université de Constantine (Algérie)*, 133.
- 20) **Besard, L., Mommaerts, V., Vandeven, J., Cuvelier, X., Sterk, G., & Smagghe, G. (2010).** Compatibility of traditional and novel acaricides with bumblebees (*Bombus terrestris*): a first laboratory assessment of toxicity and sublethal effects. *Pest Management Science*, 66(7), 786-793
- 21) **Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G., & Hervy, J. P. (2000).** Les moustiques de l’Afrique méditerranéenne: logiciel d’identification et d’enseignement. Montpellier, France: *IRD & IPT, CD-Rom collection didactique, Éditions IRD*.
- 22) **Bouabida, H., Djebbar, F., & Soltani, N. (2012).** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*
- 23) **Bouabida, H., Tine-djebbar, F., Tine, S., & Soltani, N. (2017).** Activity of a lipid synthesis inhibitor (spiromesifen) in *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(12), 1120-1124.
- 24) **Boulkenafet, F. (2006).** Contribution à l’étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera: Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) dans la région de Skikda. *Mémoire de Magister. Université de Constantine, Algérie*. 191p.
- 25) **Boulkenafet, Fouzi. (2011).** Etude de la biodiversité des phlébotomes et des culicidae: Inventaire faunistique des espèces du Nord-est Algérien.... *Editions Universitaires Europeennes*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 26) **Boussaa, S., & Boumezzough, A. (2014).** Entomologie faunistique–faunistic entomology. *Identification Et Caractérisation Des Gites Larvaires De Phlébotomes (Diptera: Psychodidae) A Marrakech (Maroc)*, 67, 193-201.
- 27) **Bousses, P., Dehecq, J. S., & Fontenille, D. (2022).** Les moustiques de l'île de La Réunion. *IRD Éditions*. p. 85-105
- 28) **Bouzabata, A. (2015).** *CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'UNE PLANTE MÉDICINALE ET AROMATIQUE MYRTUS COMMUNIS L* (Doctoral dissertation, Faculté de Médecine, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.).
- 29) **Bouzida, D., Lagraa, A., & Absi, N. (2022).** Effet de l'huile essentielle d'une plante larvicide *Artemisia absinthium* sur un espèce de moustique *Culiseta longiareolata*: Aspect morphométrique et biochimique (Doctoral dissertation, *Université Larbi Tébessi-Tébes*
- 30) **Bouzidi, F. Tine-Djebbar, S. Tine, & N. Soltani. (2019).** Chemical composition and insecticidal activity of *Laurus nobilis* extracts against *Culiseta longiareolata* larvae. PACBES-19 Conference Proceedings.
- 31) **Bloomquist, J. R., et al. (2017).** Avermectins: Pharmacology and Toxicology. *Frontiers in Physiology*, 8, 216.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2017.00216/full>

C

- 32) **Campbell, W. C. (Ed.). (2012).** *Ivermectin and abamectin*. Springer Science & Business Media.
- 33) **Chahed, S., BRAHMI, K., & DJOUAHER, T. (2021).** Etude sur la faune Culicidiène (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie): Biodiversité, abondance et répartition. *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*.
- 34) **Chahed, S. (2022).** Biodiversité des moustiques (diptera: culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie) (*Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU*).
- 35) **Chaumon, M., Goëlo, V., Ribeiro, A. M., Rocha, F., & Estevinho, B. N. (2020).** In vitro
- 36) evaluation of microparticles with *Laurus nobilis* L. extract prepared by spray-drying for application in food and pharmaceutical products. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 124-135.
- 37) **Clastrier, J. (1941).** La présence en Algérie d'*Orthopodomyia pulchripalpis*. *Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg*, 19(4), 443-446.
- 38) **Culver, J. J., Vienna, V., & BURGESS, P. A. (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of economic entomology*, 18, 265.

D

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 39) **Dahchar, Z., Bendali-Saoudi, F., & Soltani, N. (2016)**. Larvicidal activity of some plant extracts against two mosquito species *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4), 346-350.
- 40) **da Silva, W. A. M., Guimarães, A. T. B., Montalvão, M. F., de Oliveira Mendes, B., de Lima Rodrigues, A. S., & Malafaia, G. (2018)**. The chronic exposure to abamectin causes spatial memory deficit and depressive behavior in mice. *Chemosphere*, 194, 523-533.
- 41) **da Silva, A. F., Machado, L. C., de Paula, M. B., da Silva Pessoa Vieira, C. J., de Morais Bronzoni, R. V., de Melo Santos, M. A. V., & Wallau, G. L. (2020)**. Culicidae evolutionary history focusing on the Culicinae subfamily based on mitochondrial phylogenomics. *Scientific Reports*, 10(1), 18823.
- 42) **Del-Claro, K., & Guillermo, R. (Eds.). (2019)**. Aquatic Insects: Behavior and Ecology. Springer.
- 43) **de la Santé, O. M. (1963)**. Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. *Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève: OMS, Sér. Rapp. Techn*, 265, 55-60.
- 44) **Dangles, O., & Malmqvist, B. (2021)**. Aquatic Insects: Ecology and Evolution. *Oxford University Press*.
- 45) **Dobrosłavić, E., Repajić, M., Dragović-Uzelac, V., & Elez Garofulić, I. (2021)**. Isolation of *Laurus nobilis* leaf polyphenols: a review on current techniques and future perspectives. *Plants*, 10(11), 2441.
- 46) **Dupont, H., & Leclercq, M. (2018)**. Les coléoptères aquatiques d'Europe occidentale. *Biotope Editions*.

E

- 47) **Extension Toxicology Network(EXTOXNET)(1996 ,June)** Ambactine . Oregon State University
- 48) **ETOXNET. (1996)**. Abamectin Pesticide Information Profile. Oregon State University. Consulté sur : <http://extoxnet.orst.edu/pips/abamecti.htm>

F

- 49) **Farina, P., Bedini, S., & Conti, B. (2022)**. Multiple functions of Malpighian tubules in insects: A review. *Insects*, 13(11), 1001.
- 50) **F. Schaffner, G. Angel, B. Geoffroy, J.-P. Hervy, A. Rhaim, J. Brunhes- IRD**, réalisé en collaboration avec l'EID. (IRD édition). Base mise à jour le 10 octobre 2011 | Page générée avec Xper2 le 10 octobre 2011 Première version (2001)
- 51) **Foster, W. A., & Walker, E. D. (2019)**. Mosquitoes (Culicidae). In *Medical and veterinary entomology* (pp. 261-325). Academic press.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 52) Fontenille, D., Paupy, C., & Failloux, A. B. (2017). Culicinae (Diptera: Culicidae). *Entomologie médicale et vétérinaire*, 243-294.
- 53) FRADJ Mayada, S. H. Etude de quelque effets biologiques des extraits du Laurier" *Laurus nobilis*
- 54) Franceschini, P. (2016). *Myrtus communis* L. en Corse et en Méditerranée: de sa composition chimique jusqu'à ses utilisations thérapeutiques (Doctoral dissertation).

G

- 55) Guedache, K., Benmakhlouf, Sonia. (2021). Bio-écologie et biodiversité des Culicidae d'intérêt Médicale et vétérinaire dans la région de Tizi-Ouzou. Université Mouloud Mammeri
- 56) González-Varo, J. P., Arroyo, J., & Aparicio, A. (2009). Effects of fragmentation on pollinator assemblage, pollen limitation and seed production of Mediterranean myrtle (*Myrtus communis*). *Biological Conservation*, 142(5), 1058-1065.

H

- 57) HADJI, N. (2022). Effet de l'extrait d'une plante aromatique sur une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* (Doctoral dissertation, Université de Larbi Tébéssi).
- 58) Harbach, R. E. (2007). The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668(1), 591-638.
- 59) Hellal, Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 60) Hennia, A. (2016). Extraction et étude de l'activité biologique des huiles essentielles du Myrte (*Myrtus communis* L.). *Université de Mostaganem, Algérie*, 177.
- 61) Himmi, O. (2024). The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Djibouti: bibliographical review (1970-2023). *Medecine Tropicale et Sante Internationale*, 4(1), mtsi-v4i1

I

- 62) IAZZOURANE, G. (2015). Composition chimique et activité biologique d'extraits du myrte (*Myrtus communis* L.), de la carotte sauvage (*Daucus carota* L. subsp. *carota*) et de la menthe à feuilles rondes (*Mentha rotundifolia* L.) (Doctoral dissertation).
- 63) Insectes de mon jardin 56. (2022, Avr 12). *Gyrinus* sp. *Insectes de mon jardin 56*. <https://insectesjardin56.eklablog.com/gyrinus-sp-a212392757>

J

- 64) JAMS, A. (2023). Abstracts of the First International Conference on Plant Protection (ICPP). *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 28(2), 55-162.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 65) **Jean-Pierre Renon .(2004).** Petite histoire naturelle d'un insecte aquatique de surface Les gyryns *insectes* n° 135. Département de Biologie. Faculté des Sciences. Université d'Orléans p 25-29.
- 66) **Voise, J. (2011).** Phénomènes capillaires et vie à l'interface air-eau (Doctoral dissertation, Tours).
- K**
- 67) **Kalachanis, D., & Psaras, G. K. (2005).** Structure and development of the secretory cavities of *Myrtus communis* leaves. *Biologia plantarum*, 49, 105-110.
- 68) **Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Arthur, F. H., et al. (2009).** Insecticidal efficacy of abamectin against three stored-product insect pests. *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 1352–1359. <https://doi.org/10.1603/029.102.0363>
- 69) **Khaligh, F.G., Naghian, A., Soltanbeiglou, S. et al. (2020).** Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. *BMC Res Notes* 13, 81 (2020).
- 70) **Koutsaviti, A., Krigas, N., Dima, B., & Chinou, I. (2015).** Chemical composition and larvicidal activity of Greek *Myrtus communis* essential oil against *Culex pipiens molestus*. *Natural Product Communications*, 10(10), 1759–1762. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501001032>
- L**
- 71) **Lafri, I., Bitam, I., Beneldjouzi, A., & Ben Mahdi, M. H. (2014).** An inventory of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Algeria. *Bull. Soc. Zool. Fr*, 139(1-4), 255-261
- 72) **Lane, R. P. (1993).** Sand flies (Phlebotominae) In: Lane RP, Crosskey RW editors. *Medical Insects and Arachnids*.
- 73) **LARBI CHERIF, Y. (2016).** Diversité et Caractérisation des habitats des Diptères (Diptera, Culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen).
- 74) **La Drôme Laboratoire. (n.d).** Le Laurier noble : aromatique et digestif - Herbiere de plantes. <https://ladrome.bio/blogs/herbier-plantes-medicinales/laurier-noble>.
- 75) **Legwaila, M. M., Obopile, M., & Tiroesele, B. (2022).** Efficacy of Abamectin against adult spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) on tomato in Botswana. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 10(5), 1–7. <https://doi.org/10.22271/j.ento.2022.v10.i5a.9052>
- 76) **Liu, Y. (2024).** Life Cycle Dynamics of Mosquitoes Under Varied Environmental Conditions. *Journal of Mosquito Research*, 14.
- 77) **LOUAHMY. A., 1995-** Ecologie des Culicides (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de tanger. Thèse Doc. Es Sciences Tetouan (Maroc), 266p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 78) **LOUNACI Z, 2003-** Biosystématique et bioécologique des Culicidae (Diptera R Nématocera) en milieux rurale et agricole. Thèse de Magister. INA., El Harrach. 324 p.
- 79) **Louat, Fanny. 2013.** Etude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster*. s.l. : Thèse de doctorat en Génétique cellulaire et moléculaire, 2013.

M

- 80) **MAHDI, K., & ANIS, F. (2024).** Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de la plante *Artemisia absinthium* sur l'espèce *Culiseta longiareolata* (Doctoral dissertation, Université Echahid Chikh Larbi Tébessi-Tébessa).
- 81) **MANSOURI, I., BENGORA, D., & HOUICHI, L. (2023)** CREATION D'UN MODELE NUMERIQUE DE BATHYMETRIE A L'AIDE D'OUTILS DE LA GEOSTATISTIQUE (CAS DU BARRAGE BOUSSIABA-ALGERIE). *Water and Environment*, 155.
- 82) **Massoud, M. A., Saad, A. F. S., Khalil, M. S., Zakaria, M., & Selim, S. (2023).** Comparative biological activity of abamectin formulations on root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) infecting cucumber plants: in vivo and in vitro. *Scientific Reports*, 13, 12418. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39324-x>
- 83) **Messaoud, C., Laabidi, A., & Boussaid, M. (2012).** *Myrtus communis* L. infusions: the effect of infusion time on phytochemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities. *Journal of food science*, 77(9), C941-C947.
- 84) **Merabeti, B., & Ouakid, M. L. (2011).** Contribution à l'étude des moustiques (Diptera: Culicidae) dans les oasis de la région de Biskra (nord-est d'Algérie). Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides. Ouargla, 4, 185-189.
- 85) **MERABTI, B. (2016).** Identification, composition et structure des populations Culicidiénne de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte (Doctoral dissertation).
- 86) **Mohammedi Z_2013).**_ Etude phytochimique et activités biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie (Doctoral dissertation)._
- 87) **Moutailler, S., Krida, G., Schaffner, F., Vazeille, M., & Failloux, A. B. (2008).** Potential vectors of Rift Valley fever virus in the Mediterranean region. *Vector-borne and zoonotic Diseases*, 8(6), 749-754.
- 88) **MNHN & OFB [Ed]. 2003-2025.** Fiche de *Gyrinus substriatus* Stephens, 1828. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).
- 89) **Martin, L., Dupuis, C., & Bernard, P. (2020).** Influence of environmental factors on egg development in aquatic beetles. *Hydrobiologia*, 847(1), 123-134.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

N

- 90) **Nabti, I., & Bounechada, M. (2019).** Larvicidal Activities of Essential Oils Extracted from Five Algerian Medicinal Plants against *Culiseta longiareolata* Macquart. Larvae (Diptera: Culicidae). *European Journal of Biology*, 78(2), 133-138.

O

- 91) **Okuneye, K., Eikenberry, S. E., & Gumel, A. B. (2019).** Weather-driven malaria transmission model with gonotrophic and sporogonic cycles. *Journal of biological dynamics*, 13(sup1), 288-324
- 92) **of Japan, F. S. C. (2016).** Abamectin: Avermectin (Pesticides). *Food Safety*, 4(1), 30.
- 93) **O.M.S.** ¹Organisation Mondiale de la Santé 1963. Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : OMS, Sér. Rapp. Techn. 265, pp. 55–6.
- 94) **Oliver, S. V., Kaiser, M. L., Wood, O. R., Coetzee, M., Rowland, M., & Brooke, B. D. (2010).** Evaluation of the pyrrole insecticide chlorfenapyr against pyrethroid resistant and susceptible *Anopheles funestus* (Diptera: Culicidae). *Tropical Medicine & International Health*, 15(1), 127–131. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2009.02416.x>

P

- 95) **Papapostolou, K. M., Riga, M., Samantsidis, G. R., Skoufa, E., Balabanidou, V., Van Leeuwen, T., & Vontas, J. (2022).** Over-expression in cis of the midgut P450 CYP392A16 contributes to abamectin resistance in *Tetranychus urticae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 142, 103709.
- 96) **PAUL, R.** Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français. *Méditerranée*, 2009.
- 97) **PETERSON, Eric L.(1980).** A limit cycle interpretation of a mosquito circadian oscillator. *Journal of theoretical biology*, , vol. 84, no 2, p. 281-310.
- 98) **PubChem. (s.d.).** Abamectin Compound Summary for CID 9832916. National Center for Biotechnology Information. Consulté sur : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Abamectin>

Q

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 99) **Quezel, P., & Santa, S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Tome I. Eds. du Centre Nat. de la Recherche Scientifique.*
- 100) **Quezel, P., & Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Eds. du Centre Nat. de la Recherche Scientifique.* 360-361 p

R

- 101) **Rozendaal, J. A. (1999).** La lutte antivectorielle: méthodes à usage individuel et communautaire. p16-17
- 102) **Racha, O., Mehdi, B., & Souad, R. (2020).** Contribution à l'étude des Culicidae dans la région d'El Kala (wilaya d'El Tarf). *المجلة الجزائرية للعلوم*, 5(10), 42-46.
- 103) **Riga, M., Tsakireli, D., Ilias, A., Morou, E., Myridakis, A., Stephanou, E. G., ... & Vontas, J. (2014).** Abamectin is metabolized by CYP392A16, a cytochrome P450 associated with high levels of acaricide resistance in *Tetranychus urticae*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 46, 43-53.
- 104) **REZKALLAH, O., & AMRANI, Z. (2018).** *Efficacité des huiles essentielles extraites d'une plante médicinale, Laurusnobilis à l'égard d'une espèce de moustique* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).

S

- 105) **Salazar, M. J., & Moncada, L. I. (2004).** Life cycle of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) under uncontrolled conditions. *Biomedica*, 24(4), 385-392.
- 106) **Samah, M. E. S. S. A. I., & Chourouk, T. O. U. A. H. R. I. A. (2021).** *Activité larvicide et ovicide de l'huile essentielle de Ruta graveolens chez deux espèces de diptère Drosophila melanogaster et Culiseta longiareolata* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).
- 107) **Siham, Bounadji ., Saliha, B., Nora, B., Yagoub, A. A., Wafa, H., & Khellaf, R. (2024).** Biological struggle against two harmful insects—*blattella germanica* (blattellidae) and *culiseta longiareolata* (culicidae)—using *euphorbia bupleuroides* (euphorbiaceae). *Sustainable Development*, 14(1).
- 108) **Service, M. W. (1993).** Mosquitoes (Culicidae). In *Medical insects and arachnids* (pp. 120-240). Dordrecht: Springer Netherlands
- 109) **SI BOUAZZA, K., & ZENASNI, I. A. (2020).** Contribution à l'Etude des Activités Antimicrobiennes, Antioxydantes et Anti-inflammatoires de l'Huile Essentielle des Quatre Plantes Médicinales de la Région d'Ain Temouchent.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 110) **Soltani, N. (2015, October)**. Les moustiques: risques sanitaires, bio essais et stratégies de contrôle. In Conférence: Ierséminaire national sur l'entomologie médicale et la lutte biologique, Tébessa, Algérie (pp. 19-20).
- 111) **Soumeya, C., Karima, B., & Thinhinane, D.** Étude sur la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie): Biodiversité, abondance et répartition.
- 112) **Smith, A., & Jones, B. (2018)**. Aquatic insect reproduction

T

- 113) **TABTI, F. (2016)**. Contribution à l'étude de la biodiversité et l'écologie des Culicides (Diptera, Culicidae) dans la région de Mghnia (Tlemcen).
- 114) **Talaga, S., Le Goff, G., Arana-Guardia, R., Baak-Baak, C. M., García-Rejón, J. E., García-Suárez, O., ... & Roiz, D. (2024)**. The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of the Mexican Yucatan Peninsula: a comprehensive review on the use of taxonomic names. *Journal of Medical Entomology*, 61(2), 274-308

U

- **US EPA. (2010)**. Abamectin: Ecological Risk Assessment for Registration Review. United States Environmental Protection Agency. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-122804_23-Jun-10_a.pdf

V

- 115) **Villeneuve, F., & Désiré, C. (1965)**. Zoología. 257-268
- 116) **Voise, J., & Casas, J. (2010)**. The management of fluid and wave resistances by whirligig beetles. *Journal of the Royal Society, Interface*, 7(43), 343–352. <https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0210>

Y

- **Yadav, R. S., Dev, V., & Gunasekaran, K. (2022)**. Global trends in the use of insecticides for vector-borne disease control (2010–2019): A systematic analysis. *World Health Organization Bulletin*, 100(9), 544–555. <https://doi.org/10.2471/BLT.22.288513>
- **Yezli, A., Otmani, S., & Aboulkacem, A. (2024)**. Components and toxicological effects of *Myrtus communis* essential oil against mosquito *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Applied*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ecology and Environmental Research, 22(3), 2149–2164.

https://doi.org/10.15666/aeer/2203_21492164

Z

- 117) **Zhang, Y., Wu, H., Li, X., Wu, Y., & Liu, Q. (2023).** Review of pathogens transmitted by *Aedes albopictus*, an invasive mosquito species in China. *Infectious Diseases of Poverty*, 12(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40249-023-01067-1>
- 118)