



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN BIOLOGIE

OPTION : ENTOMOLOGIE MEDICALE

THEME :

INVENTAIRE DU GENRE CULEX DANS
L'ETAGE BIOCLIMATIQUE D'ALGER ET
EVALUATION DE SA RESISTANCE
VIS-A-VIS DU TEMEPHOS

Présenté par : *Mme KOUAOUCI HASNA*

Sous la direction du : *Pr. KARA TOUMI F.Z*

Membres du Jury :

Président :	MME SAIGHI H	Maitre assistante A	Université de Blida 1
Examineur :	MR BENDJOUDI D	Maitre de conférences A	Université de Blida 1
Promotrice :	MME KARA TOUMI F.Z	Professeur	Université de Blida 1
Co-Promotrice :	MME HAMMADI D	Médecin Parasitologue	INSP d'Alger

Promotion : 2015-2016

**SOMMAIRE ET LISTES DES
TABLEAUX, DES FIGURES ET
DES ANNEXES**

SOMMAIRE

Page

DEDICACE	vii
REMERCIEMENTS	viii
RESUME	ix
INTRODUCTION	2
CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Généralités sur les culicidae	5
1.1. Position systématique des culicidae	5
1.2. Les principales caractéristiques morphologique du culex	5
2. Cycle de vie et de développement	8
3. Principales nuisances causées par Culex	11
3.1. La piqûre	11
3.2. La transmission des maladies	11
4. Les méthodes de lutte contre les nuisances des Culex	12
4.1. La lutte biologique	12
4.2. La lutte chimique	12
4.3. La lutte physique	14
5. Répartition géographique	14
5.1. Dans le monde	14
5.2. En Algérie	14
6. Phénomène de résistance	14
6.1. Définition	14
6.2. Mécanisme de la résistance	15
6.3. Type de résistance	17
7. Méthode pour le dosage des protéines et des lipides (Par le Gerhardt)	17
7.1. Détermination de l'azote	18
7.2. Détermination de la matière grasse totale	18
7.3. Détermination de la fibre végétale	18

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la région et de la zone d'étude	20
1.1. Situation géographique de la zone d'étude	20
1.2. Choix de la zone d'étude	20
1.3. Facteurs climatiques de la zone d'étude	21
2. Matériel et produits utilisés	25
2.1. Protocol expérimental sur terrain	25
2.2. Protocol expérimental en laboratoires	26
2.3. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition	33
2.4. Méthodes d'exploitation des résultats du test insecticide	34

CHAPITRE 3 : RESULTATS

1. Identification et Dénombrement des espèces de culex récoltées	37
1.1. Identification des espèces collectées	37
1.2. Dénombrement des principales espèces capturées et évaluations de quelques indices écologiques	37
2. Évaluation de l'efficacité du Téméphos sur les larves de <i>C. pipiens</i> en conditions contrôlées	38
2.1. Etude de l'effet dose après 15 minutes par le test probit	41
2.2. Etude de l'effet dose après 30 minutes par le test probit	43
2.3. Etude de l'effet dose après 45 minutes par le test probit	45
2.4. Etude de l'effet dose après 60 minutes par le test probit	47
2.5. Effet dose pour un intervalle de temps de 30 à 45 min par le test probit	49
3. Dosage des lipides et des prot. chez les témoins et traités de <i>C. pipiens</i>	50
3.1. Dosage des protéines	50
3.2. Dosage de la matière grasse	51

CHAPITRE 4 : DISCUSSION

1. Abondance et Occurrence des espèces de Culex collectées	53
2. L'effet dose du Téméphos sur les larves de Culex pipiens	53
2.1. Etude de l'effet dose après 15 minutes par le test probit	53
2.2. Etude de l'effet dose après 30 minutes par le test probit	53
2.3. Etude de l'effet dose après 45 minutes par le test probit	53
2.4. Etude de l'effet dose après 60 minutes par le test probit	54

2.5. Effet dose pour un intervalle de temps de 30 à 45 min par le test probit.....	54
3. Dosage des lipides et des prot. chez les témoins et traités de C.pipiens	54
3.1. Les protéines brutes.....	54
3.2. Les matières grasses	55
CONCLUSION	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXE	

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1: « Températures maximales, moyennes et minimales enregistrées à Alger durant la période d'étude ».....	21
Tableau 2: « Précipitations annuelle et décennale enregistrées à Alger».....	22
Tableau 3: « Températures maximales, moyennes et minimales enregistrées à Alger durant la période d'étude ».....	22
Tableau 4: « Températures et Précipitations utilisées pour le diagramme ombrothermique de la région d'Alger »	23
Tableau 5: « Les différentes dilutions de l'insecticide »	30
Tableau 6: « Abondance et Occurrence des Culex recensées dans les prélèvements »	37
Tableau 7 : « Evaluation de la fréquence occurrences des espèces capturées ».....	38
Tableau 8: « Cumul des mortalités de larves enregistrées pour les différents dosages et à différents intervalles d'exposition ».....	39
Tableau 9: «Estimation de la mortalité des larves après 15 minutes d'exposition».....	41
Tableau 10: « Statistiques descriptives pour la durée d'exposition de 15 min ».....	41
Tableau 11: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 15 minutes »	41
Tableau 12: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 15 minutes »	42
Tableau 13: « Estimation de la mortalité des larves après 30 minutes».....	43
Tableau 14: « Stat. descriptives pour la durée d'exposition de 30 minutes »	43
Tableau 15: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 30 minutes »	43
Tableau 16: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 30 minutes »	44
Tableau 17: « Estimation de la mortalité des larves après 45 minutes d'exposition	45
Tableau 18: « Stat. descriptives pour la durée d'exposition de 45 minutes »	45
Tableau 19: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 45 minutes »	45
Tableau 20: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 45 minutes »	46
Tableau 21: « Estimation de la mortalité des larves après 60 minutes d'exposition ».....	47

Tableau 22: « Stat. descriptives pour la durée d'exposition de 60 minutes »	47
Tableau 23: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 60 minutes »	47
Tableau 24: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 60 minutes »	48
Tableau 25: « Statistiques descriptives pour les durées d'exposition de 30 et 45 minutes agrégées»	49
Tableau 26: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour les durées d'exposition de 30 et 45 minutes agrégées»	50

LISTE DES FIGURES

Figure 1: « Aspect des œufs de culex SP »	6
Figure 2: «Morphologie générale d'une larve de Culex»	6
Figure 3: « Structure général d'une nymphe de Culicinae (Culex pipiens) »	7
Figure 4: « Morphologie du moustique adulte vu de profil »	8
Figure 5: « Cycle de vie du moustique »	9
Figure 6: «Œufs de moustique »	9
Figure 7: « Larve de Culex »	10
Figure 8: « Nymphe de culex »	10
Figure 9: « Culex adulte ou Imago (femelle en haut, mâle en bas) »	11
Figure 10: « Représentation schématique des mécanismes impliqués dans la résistance physiologique aux insecticides »	16
Figure 11: « Appareil de Gerhardt »	18
Figure 12: « Localisation des sites de prélèvements »	20
Figure 13: « Diagramme ombrothermique de la région d'Alger »	23
Figure 14: « Localisation de la région d'Alger sur le diagramme d'Emberger »	25
Figure 15: « Sites de collecte des larves de Culex à Bab Ezzouar »	26
Figure 16: « Bouteille contenant l'eau des caves »	26
Figure 17: « Plateau pour trier les larves »	26
Figure 18: « Etapes du protocole de montage des larves de culex »	27
Figure 19: « Les principaux critères d'identification Culex pipiens et laticinctus.»	28
Figure 20: « Les critères d'identification Culex modestus »	29

Figure 21: « Critère d'identification culex theileri »	29
Figure 22: « Présentation du conditionnement de TEMEPHOS ».....	29
Figure 23: « Préparation des gobelets pour les tests »	30
Figure 24: « Dispositif expérimental du test insecticide ».....	31
Figure 25: « Abondance Relative des espèces de Culex des échantillons collectées »	37
Figure 26: « Mortalités des larves soumises au Téméphos concentré à 0,15% »	40
Figure 27: « Mortalités des larves soumises au Téméphos concentré à 0,30% »	40
Figure 28: « Mortalités des larves soumises au Téméphos concentré à 0,60% »	40
Figure 29: « Rég. logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 15 min »	42
Figure 30: « Rég. logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 30 min »	44
Figure 31: « Rég. logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 45 min »	46
Figure 32: « Rég. logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 60 min »	48
Figure 33: « Rég. logistique de Morts par Log(Dose) pour les durée de 30-45 minutes agrégées »	49

LISTE DES ANNEXES

Annexe n°01 : « Liste du matériel et des produits utilisés en laboratoire ».....	65
Annexe n°02 : « Les principaux critères d'identification du genre Culex utilisés par le logiciel de Brhunes et <i>al.</i> (1999) »	66
Annexe n°03 : « Résultats de l'analyse probit par XLSTAT ».....	67

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à
mes chers et défunts parents,
frère et sœur.

À mes beaux-parents.

À mes grande et petite familles
et en particulier, mon époux
et mes enfants Hachem, Nahla,
Nadjah et Amin.

À mes collègues du LCI, en
particulier ceux du service
«Bactériologie»



Remerciements

Avant tout je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers dieu pour m'avoir donné courage et volonté pour réaliser ce travail.

Je remercie ma promotrice Pr. Kara Toumi F.Z pour son aide précieuse et pour ses conseils ô combien utiles, ainsi qu'au Dr.Hammadi D, de l'INSP et co-promotrice de ce mémoire.

Mes remerciements aux membres du jury :
Dr. Bendjoudi et Mme Saighi pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Et toute ma reconnaissance à Dr. Latrach, chef du LCI d'El-Harrach et à Mme Abbas du LCI.

Sans omettre Mlle Zakour N, de l'INSP pour son aide, sa patience et sa disponibilité, ainsi que toute l'équipe du laboratoire du paludisme et des maladies parasitaires de l'INSP.

Et enfin, mes remerciements pour Mme Bencheikh de l'URBAL d'Alger et aux cadres de la station météo de Rouiba

Mme Kouaouci Hasna

Résumé :

Les nuisances causées par les moustiques nécessitent de lutter contre leur prolifération. Actuellement la seule méthode qui s'avère efficace et la plus utilisée en Algérie c'est la méthode chimique, il convient donc d'étudier l'efficacité de l'un de ces insecticides d'une part et d'évaluer son impact sur la physiologie de l'insecte d'autre part. De ce fait, notre étude a porté sur le Téméphos, insecticide largement utilisé par les services sanitaires de la Wilaya d'Alger (URBAL). Nous avons testé 3 doses sur des larves de *Culex pipiens* (espèce la plus répandue dans la zone d'étude) et procédé aussi à un dosage des lipides et des protéines ante et post traitement.

Les résultats obtenus par l'analyse probit, démontrent que le Téméphos atteint son efficacité optimale à partir de 30 minutes et jusqu'à 45 minutes d'exposition. Quant au dosage optimal dans cet intervalle de temps, il serait de l'ordre de 0,189 % de concentration en moyenne, avec un intervalle de 0,170 % à 0,207 % pour un DL50, et de 0,375 % en moyenne, avec un intervalle de 0,334 % à 0,437 % pour un DL 90. Par ailleurs, il apparaît au vu des résultats obtenus que les larves de *Culex pipiens* étudiés développent une double résistance : l'augmentation de la concentration de lipides à l'intérieur des larves et donc la perturbation de la pénétration du pesticide et la production d'enzymes qui décomposent les insecticides à des composés non toxiques.

Mots clés : *Culex pipiens*, *Insecticides*, *Téméphos*, *lutte chimique*, *résistance*.

Abstract :

The nuisance caused by mosquitoes requires to fight against their proliferation. The most used struggle method in Algeria is chemical control, it is appropriate to study the real effects of insecticides used on targets and to set more or less precise dosages for optimal action and determine the minimum duration of effect. Therefore, our study focused on the Téméphos, the most used insecticide in the Algiers to fight mosquitos larvea. We tested three doses of this insecticide on larvae of *Culex pipiens* (the most common specie in the study area) and also conducted a dosage of lipids and proteins ante and post treatment.

The results obtained by a probit analysis, demonstrate that the Téméphos reached its optimum efficiency from 30 minutes to 45 minutes of exposure. Regarding the optimal dosage in this time interval, it would be of the order of 0.189% average concentration, with a range of 0.170% to 0.207% for LD50, and 0.375% on average, with a range of 0.334% to 0.437% for a DL 90. Furthermore, it appears from the results obtained that the larvae of *Culex pipiens* studied develop a double resistance: increasing the concentration of lipids within the larva and therefore the disturbance of the penetration of the pesticide and the production of enzymes that break insecticides to non-toxic components.

Keywords : *Culex pipiens*, *Insecticides*, *Téméphos*, *chemical control*, *resistance*.

ملخص:

مكافحة انتشار البعوض بات ضرورة لما يتسبب فيه من ضرر وإزعاج. وأساليب المكافحة عديدة، لكن أكثرها استخداما في الجزائر هي المعالجة الكيميائية، وبناءً على هذا، فمن اللازم دراسة الآثار الفعلية للمبيدات الحشرية المستخدمة وتحديد الجرعات الناجعة، وكذا الحد الأدنى لمدة السريان. لذلك، ركزت هذه الدراسة على مبيد اسمه "éméphost"، المستخدم على نطاق واسع من قبل المصالح الصحية في الجزائر العاصمة، حيث قمنا باختبار ثلاث جرعات من المبيدات الحشرية على يرقات بعوض *Culex pipiens* (النوع الأكثر انتشاراً في مكان إجراء الدتسة) كما تمت معايرة كميات الليبيدات والبروتينات التي تحتويها اليرقات، قبل وبعد المعالجة بالمبيد الحشري المذكور.

وأظهرت النتائج المتحصل عليها من خلال إجراء تحليل إحصائي من نوع "Probit"، بأن Téméphost يبلغ فعاليته المثلى من 30 دقيقة إلى 45 دقيقة من الاستعمال. وفيما يتعلق بالجرعة المثلى في هذا الفاصل الزمني، فوجد أنها تبلغ في المتوسط تركيز قدره 0.189٪، بحد أدنى قدره 0.170٪. وحد أقصى بلغ 0.207٪، وذلك لبلوغ مستوى 50٪ من الوفيات. أما بلوغ مستوع 90٪ من وفيات يرقات البعوض، فهو يتطلب تركيز متوسط قدره 0.375٪، مع حد أدنى حُد ب 0.334٪ وحد أقصى في غضون 0.437٪. وعلاوة على هذه النتائج، يبدو بأن يرقات البعوض المدروسة، بصد تطوير مقاومة مزدوجة ضد مفعول المبيد الحشري المستعمل: زيادة في تركيز الدهون داخل اليرقة وبالتالي إحداث اضطراب في تغلغل المبيد إلى داخلها وإنتاج انزيمات تكسر الروابط الكيميائية للمبيد وتحوله إلى مجموعة من المركبات غير السامة.

الكلمات المفتاحية: البعوض، مبيدات حشرية، تيميفوس، مكافحة كيميائية، مقاومة.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les piqûres de moustiques peuvent être bénignes ou transmettre des maladies parfois graves, comme le paludisme ou la fièvre jaune. Aussi, de nombreux organismes infectieux (virus, bactéries ou parasites) sont transmis par les moustiques. Ce mode de contamination accélère leur propagation : les insectes s'auto-contaminent en piquant une personne infectée et infectent ensuite d'autres personnes. Ce mode de transmission rend le moustique l'insecte qui a tué le plus d'humains dans le monde en favorisant l'extension des maladies comme la dengue, le paludisme ou le Chikungunya chaque année. Ce sont plus de 3 millions de personnes qui décèdent suites aux piqures de moustiques.

Par conséquent et compte tenu des risques sanitaires que représentent les culex, il est nécessaire de lutter contre leur prolifération. La méthode de lutte la plus utilisée en Algérie est la lutte chimique. Parmi les produits utilisés, on trouve le *Téméphos*, employé depuis plus de 10 ans par l'établissement d'hygiène urbaine d'Alger (URBAL).

Cependant, peu d'études ont été consacrées à ce produit quant à la mesure de son efficacité ou de son mode d'action. Ainsi, ce travail projette d'étudier au niveau de la région d'Alger plus particulièrement la zone de Bab Ezzouar l'impact des traitement chimique par l'utilisation du Téméphos sur le taux de mortalité des larves de culex , Estimation des doses a action minimal et maximal pouvant doter les larves de Culex d'une résistance. Par ailleurs, il a été jugé opportun d'étudier aussi d'éventuelles formes de résistance de la part des larves vis-à-vis de l'insecticide utilisé.

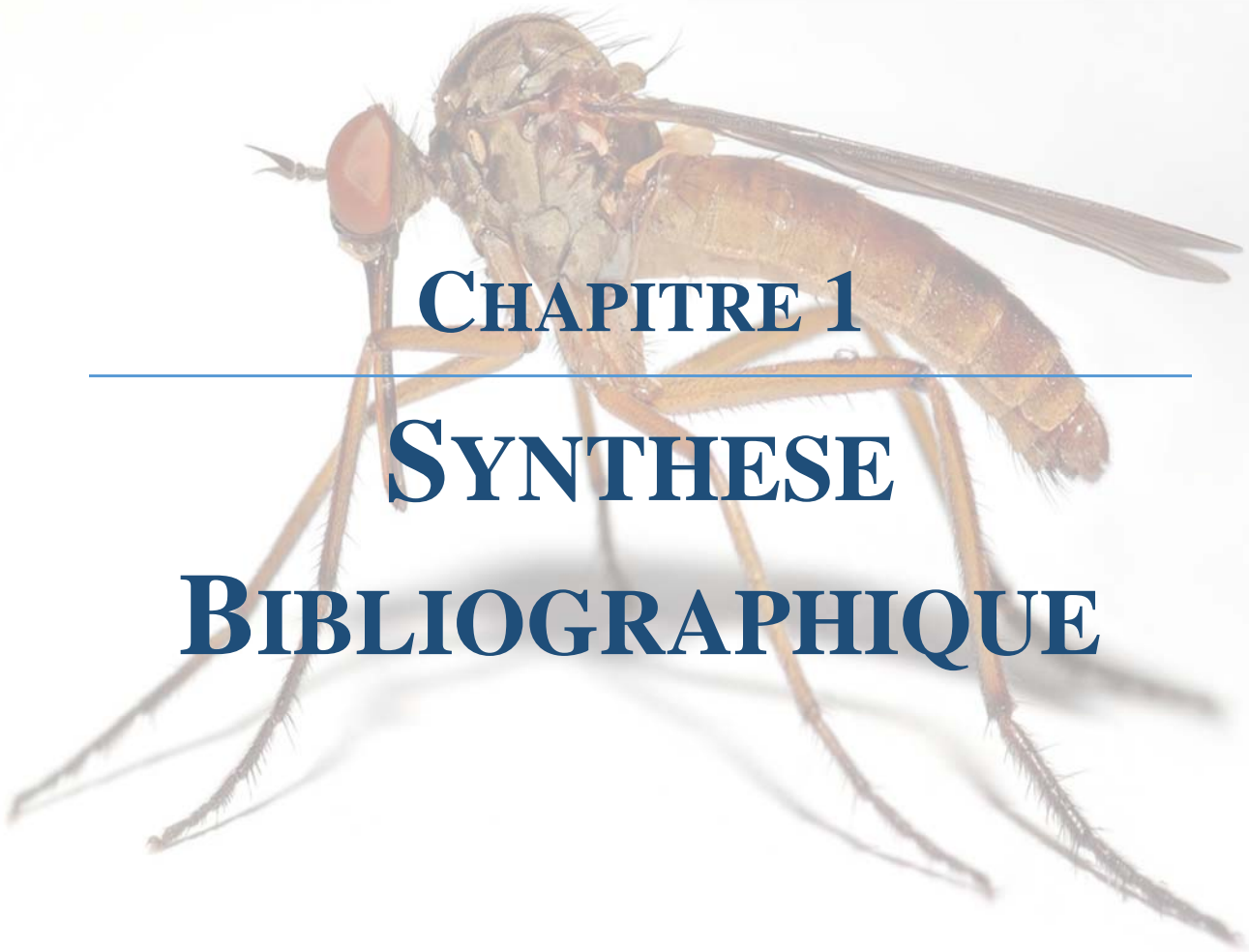
Donc il est ambitionné avec ce travail de donner des éléments de réponses aux questions suivantes :

- *Quels sont les espèces de Culex rencontrées dans la région d'Alger (Bab-Ezzouar)?*
- *A quel pourcentage d'efficacité est estimé le Téméphos sur les larves de Culex pipiens ?*
- *Quelle est la durée minimale pour que son action soit optimale ?*
- *Est-ce que les larves de moustiques développent des mécanismes de résistance pour contrer l'effet de l'insecticide ?*

Pour répondre à ces questions, ce travail est subdivisé en deux grandes parties :

- La première consiste en un seul chapitre bibliographique, traitant des généralités sur les moustiques, les différentes espèces qui composent le genre, leur cycle de vie, les moyens de lutte employés contre les moustiques et les mécanismes de résistance développés par ces derniers.
- La deuxième partie quant à elle, constitue la partie pratique du travail et est composée de trois chapitres :

- Le premier intitulé « Matériel et méthodes » où sont présentées la région d'étude et les principales caractéristiques de son climat, ainsi que les matériaux utilisés et les procédés et protocoles suivis sur le terrain pour la collecte de larves, et en laboratoire pour l'étude de l'effet dose et les analyses biochimiques inhérentes au phénomène de résistance.
- Le second chapitre intitulé « Résultats », aborde comme son nom l'indique les résultats obtenus à l'issue des différentes expérimentations et leur traitement statistique par un logiciel spécialement conçu pour l'étude de l'effet dose.
- Le troisième et dernier chapitre de cette partie, est réservé à la discussion des résultats obtenus et leur comparaison avec d'autres travaux ayant traités des sujets similaires.
- Enfin, une annexe a été disposée dans ce document, qui regroupe une liste des produits et du matériel utilisé ainsi que les détails relatif au traitement statistique des données.



CHAPITRE 1

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur les culicidae :

La famille des culicidae, synonyme du terme courant « moustique » (Carnevale et *al*, 2009) regroupent trois principaux genres vecteurs de maladies notamment Culex, Anophèles, Aèdes (Delounay, 2001).

Ce sont des insectes qui subissent une métamorphose complète (Holométabole) leurs développement se déroule en deux phases successives selon (Roth, 1980)

- Phase aquatique, l'œuf, les 4 stades larvaires et la nymphe.
- Phase aérienne qui concerne l'adulte ailé ou imago, ces derniers particulièrement les femelles qui jouent un rôle très important dans la transmission de quelques maladies telle que : Le paludisme, la fièvre jaune, la dengue (OMS, 1999).

1.1. Position systématique des culicidae :

Selon Brhunes et *al*,(2001) les culicidae sont des insectes qui appartiennent au :

- **Règne** → Animal.
- **Embranchement** → Arthropoda.
- **Sous embranchement** → Antennates.
- **Classe** → Insecte (Exapode).
- **Sous classe** → Ptérygote.
- **Ordre** → Diptère.
- **Sous ordre** → Nématocère.
- **Famille** → Culicidae.

1.2. Les principales caractéristiques morphologique du culex :

Les culex se distinguent des autres nématocères piqueurs par leurs longues trompes et présence d'écailles sur les nervures des ailes (Carneval, 2009), les caractéristiques morphologiques selon Guillaumot (2005.) sont bien distinctes à savoir :

1.2.1. Les œufs :

Les œufs sont fusiformes et mesurent environ 1mm de long, généralement -blanchâtre au moment de la ponte, ils s'assombrissent dans les heures qui suivent, ils sont pondus dans l'eau, réunis par 200 à 400 en nacelle (Figure 1) dont l'arrangement leur permet d'être insubmersible (Rioux ,1958) (Fig.1).

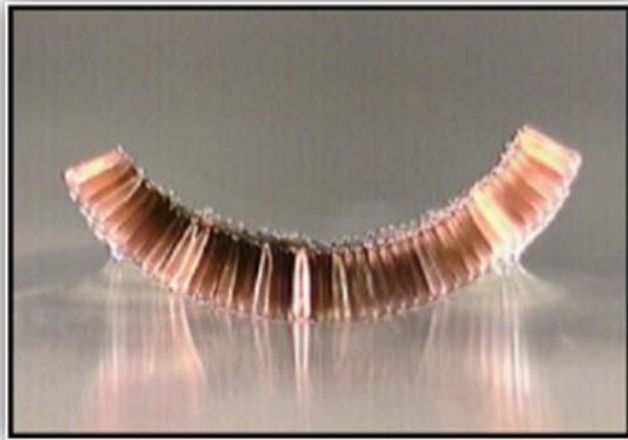


Figure 1 : « Aspect des œufs de culex sp (Berchi, 2000) »

1.2.2. La larve :

D'aspect vermiforme, le corps de la larve se divise en 3 segments: La tête, le thorax, et l'abdomen (Figure 2). Sa taille varie de 12mm en moyenne en fonction des stades et elle est dépourvue d'appareils locomoteurs.

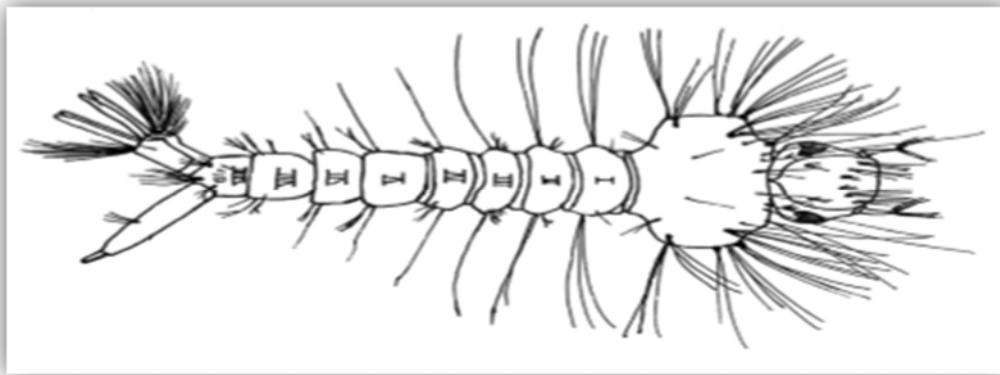


Figure 2 :«Morphologie générale d'une larve de Culex (Kettle, 1995) »

Son extrémité caudale est munie d'un siphon, long et étroit affleurant à la surface de l'eau. Ce tube est muni de 5 clapets qui s'ouvrent sur deux orifices par où l'air pénètre à l'intérieur quand la larve monte à la surface de l'eau. Ces clapets se rabattent quand elle gagne les profondeurs. Ses pièces buccales sont de type broyeur, adaptées à un régime saprophyte (Kettle 1995).

1.2.3. La nymphe :

La tête et le thorax de la nymphe fusionnent pour donner un céphalothorax, sur lequel se fixent deux trompes assurant la respiration. Sa forme globale rappelle celle d'un point d'interrogation. Les orifices anales et buccaux étant bouchés la nymphe ne se nourrit pas (Figure 3) ses palettes natatoires, situées sur l'abdomen, lui permettent de se déplacer (Rioux, 1958 ; Cachereul, 1997).

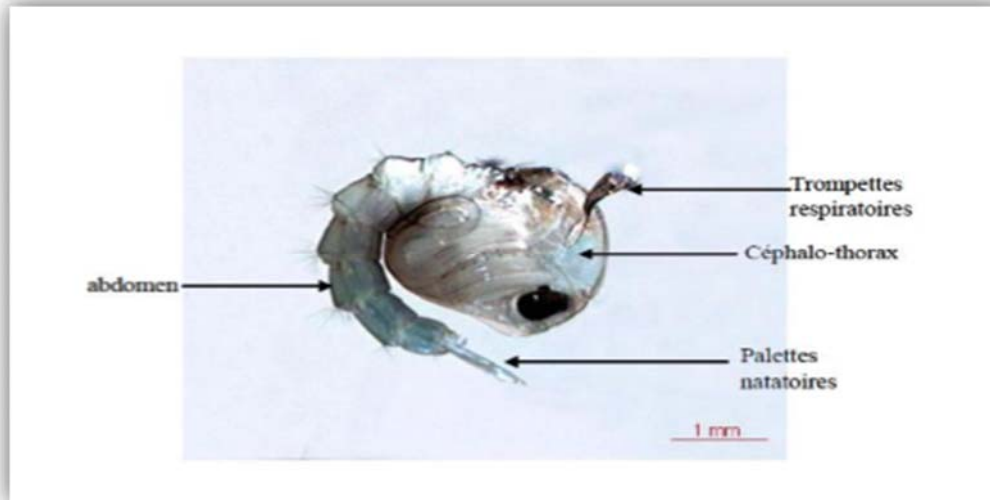


Figure 3 : « Structure générale d'une nymphe de Culicinae (*Culex pipiens*) » (Berchi, 2000)

1.2.4. L'adulte :

Le culex adulte mesure 3 à 6mm de long (figure 4). Les différentes parties sont :

a. La tête :

Sombre, couverte d'écailles, fourchue et, dressée entre lesquelles sont situés des écailles blanches et des poils bruns. Sur les joues se trouvent des écailles plus courtes, formant une tâche blanche (Kettle, 1995 ; Andreo, 2003).

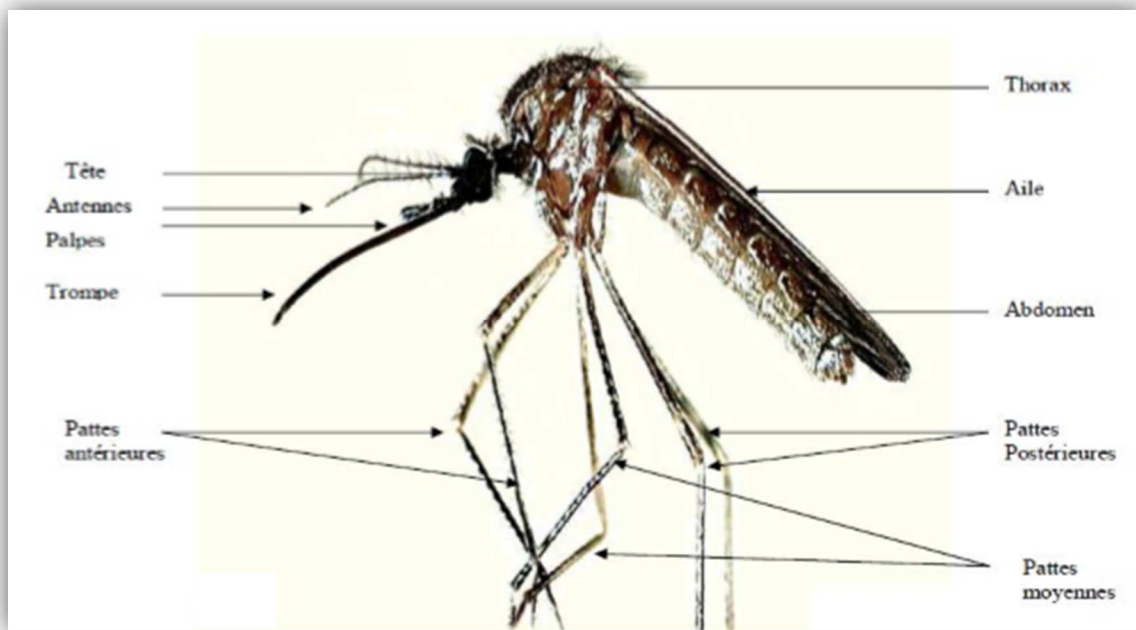


Figure 4 : « Morphologie du moustique adulte vue de profil (Brunhes et al, 1999) »

b. Le thorax :

Composé de 3 segments soudés (Le prothorax, Mésothorax, Métathorax), il porte les ailes et les pattes. Le thorax est brun recouvert d'écailles fauves foncées, avec quelque écailles claires sur les côtés.

c. Abdomen :

Grêle et allongé, il est composé de 9 segments terminés par deux cerques, protégeant l'anus et l'orifice génital, il est recouvert d'écailles claires, brunes et blanches avec de longs poils sur la face dorsale. Une ligne longitudinale sombre ainsi que quelque tâche sombre sur les côtés, qui ornent la face ventrale. Chez les mâles l'abdomen se termine par une armature, génital servant à maintenir la femelle durant l'accouplement. Chez les femelles, possèdent un oviscapte qui intervient lors de la ponte (Bussieras et Chermette, 1991.)

2. Cycle de vie et de développement :

Le cycle de vie des moustiques comprends 4 stades, œuf, larve, nymphe et enfin adulte, ces différentes étapes se déroulent en deux phases ; une phase aquatique (œuf, larve et nymphe) et une phase aérienne (adulte) (Guillaumot, 2013.)

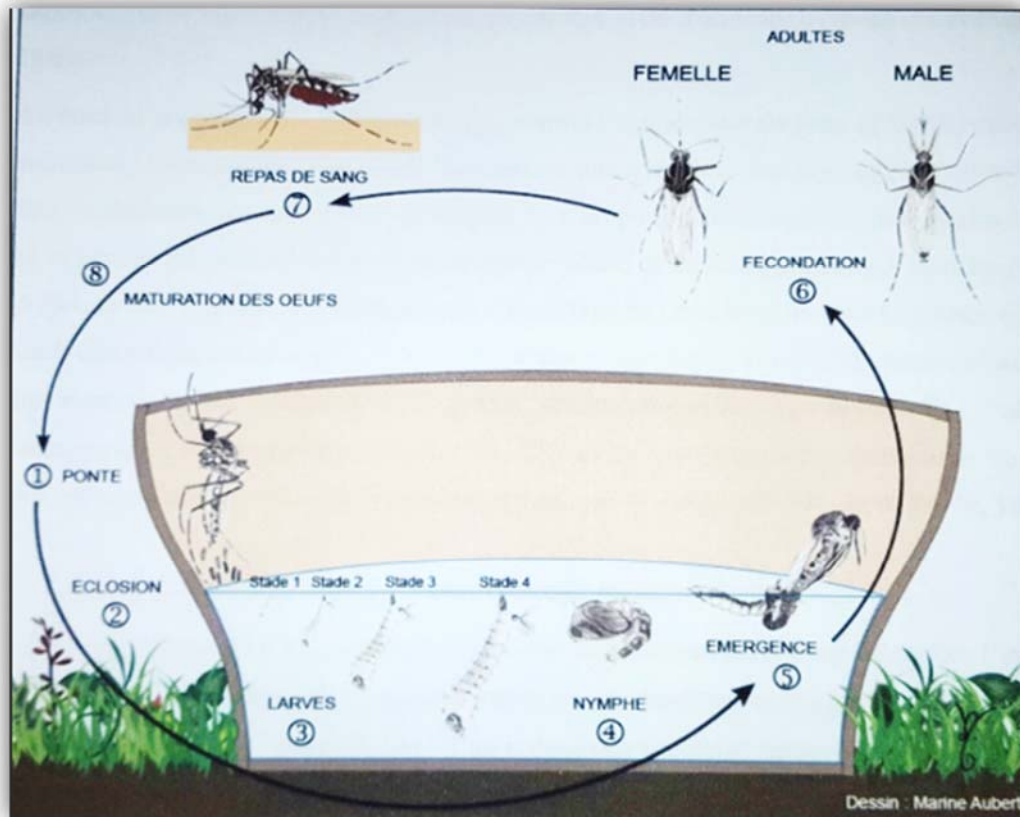


Figure 5 : « Cycle de vie du moustique (Guillaumot, 2013) »

Après l'accouplement qui s'effectue en vol ou dans la végétation (Seguy, 1950) les femelles partent en quête d'un repas sanguin, nécessaire pour la maturation des œufs. (Guillaumot, 2005) quelques jours plus tard, selon l'espèce, la femelle gravide prête à pondre ses œufs (la ponte aura généralement lieu au crépuscule) dans une eau stagnante ou à faible courant (Ayitchedgi, 1990). La ponte est de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure de deux à trois jours dans les conditions de, température du milieu, Ph de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique, de même que la faune associée. (Fig. 6)

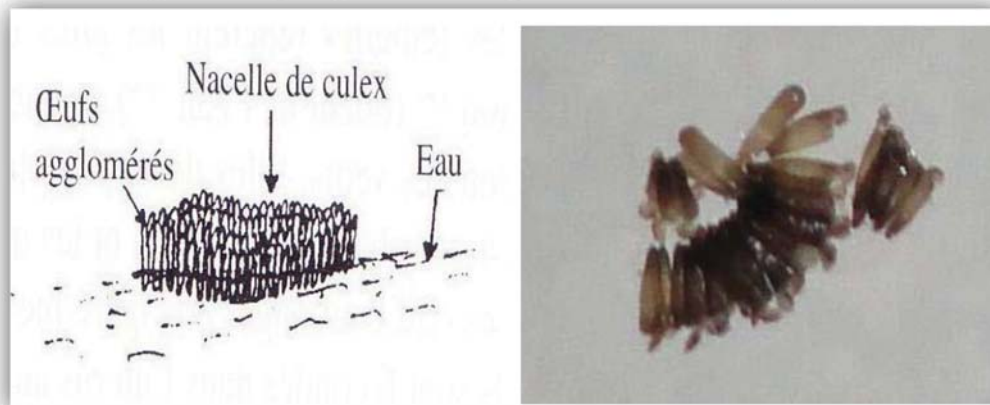


Figure 6 : « Œufs de moustique (Moulinier, 2003) »

A l'éclosion, l'œuf donne des larves de stade 1 (1 à 2mm de taille) et se nourrissent de matière organiques, micros organismes, et même des proies vivantes pour atteindre le stade 4 avec une taille de 1.5cm (Rodhain 1985). (Fig. 7).

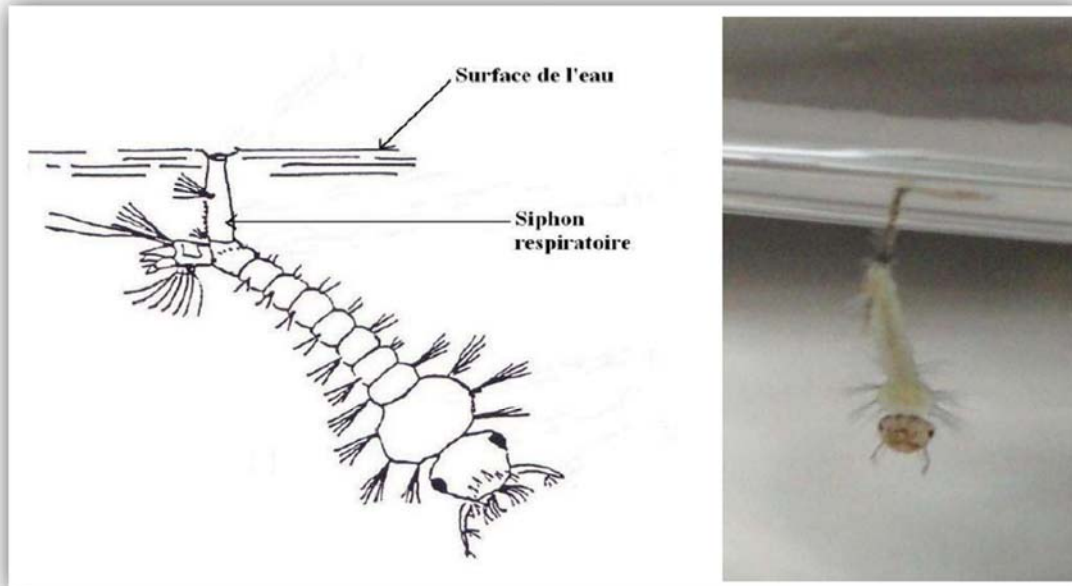


Figure 7 : « Larve de Culex (Moulinier, 2003) »

Selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, au bout de 6 à 10 jours, la 4^{ème} mue donne naissance à une nymphe, ou proprement dite la Nymphose (Guillaumot 2005) (Fig.8).

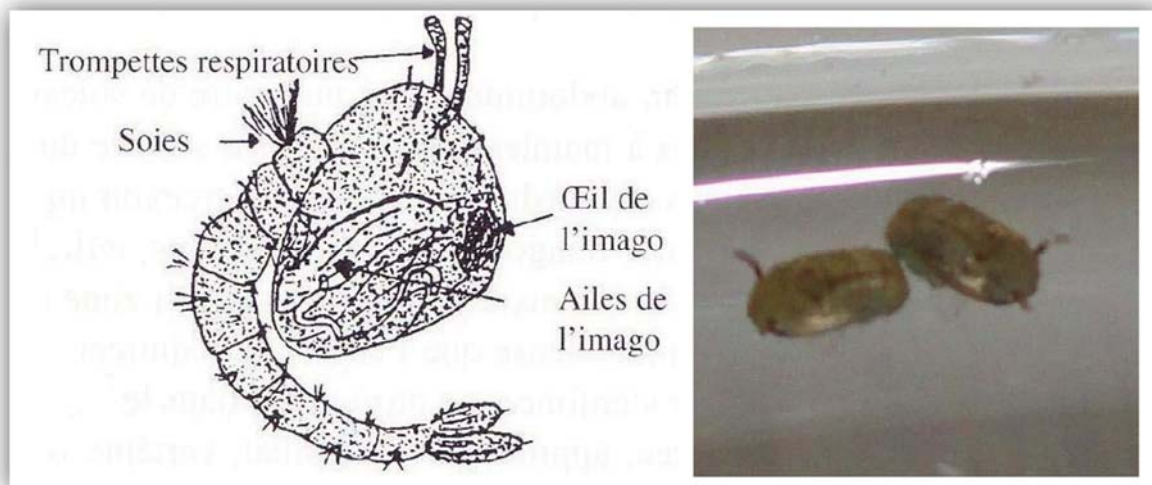


Figure 8 : « Nymphe de culex (Moulinier, 2003) »

Le stade Nymphale (dure de 1 à 5 jours). Durant cette période la nymphe migre à la surface pour respirer ou plonge dans les profondeurs si elle se sent menacée. A la fin de ce stade, la

nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et le moustique (Imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence qui dure environ 15 minutes (Perez, 1985). (Fig. 9)

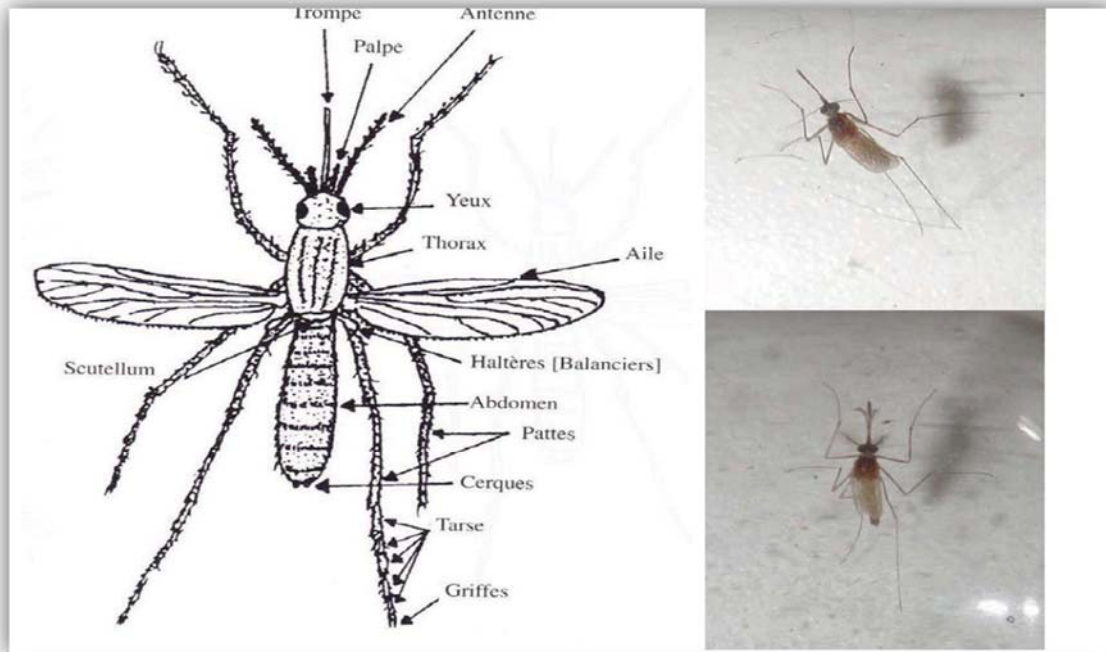


Figure 9 : « *Culex* adulte ou Imago (femelle en haut, mâle en bas) (Moulinier, 2003) »

3. Principales nuisances causées par *Culex* :

On distingue deux types de nuisance causés par le *Culex*: La piqûre et la transmission de maladies :

3.1. La piqûre :

Chez l'homme comme chez l'animal, la piqûre du moustique femelle provoque une lésion ronde de quelques mm à 2 cm de diamètre souvent prurigineuse (Andreo, 2003).

Des réactions allergiques à ces piqûres peuvent apparaître, dues à l'injection d'antigènes salivaires, mais pouvant aussi être dues au simple contact avec le moustique ou ses excréments (Candace, 2001).

3.2. La transmission des maladies :

Le *Culex pipiens*, est très répandu dans le monde. Il est présent en zones tropicales et tempérées (Weill *et al.*, 2003). C'est une espèce qui se reproduit dans des habitats naturels et artificiels de différentes tailles (Savage & Miller, 1995).

Sa capacité à s'adapter à tous les biotopes (Hassaine, 2002 ; Faraj *et al.* 2006) lui permet d'être vecteur de plusieurs agents pathogènes responsables de maladies infectieuses parfois mortelles (Guyatt *et al.* 1999).

Selon Savage et Miller (1995), *Culex pipiens* est l'un des principaux vecteurs de l'encéphalite de Saint- Louis aux États-Unis, il a été considéré aussi comme le principal vecteur du virus West-Nile en Roumanie (Savage *et al.* 1999), aux États-Unis (Palmisano *et al.* 2005), en Bulgarie et en République tchèque (Hubalek & Halouzka.2002). Le Maroc a été touché en 1996 (Harrack *et al.* 1997) et en 2003 (Schuffenecker *et al.* 2005). En Algérie, le virus West-Nile a provoqué une épidémie importante dans la région de Timimoune en 1994. Des cas isolés d'encéphalite chez l'homme avec des cas mortels sont rapportés par Le Guenno *et al.* (1996) et Zientara *et al.* (2001).

De même, en Algérie, *Culex pipiens* est le moustique qui présente le plus d'intérêt en raison de son abondance et sa nuisance réelle dans les zones urbaines (Berchi ,2000). Selon ce même auteur, son développement dans certaines régions est continu pendant toute l'année. De nombreux travaux sur les populations de *Culex pipiens* des régions tempérées ont été entrepris pour examiner les critères de différenciation morphologique entre les biotypes. (Roubaud 1929, 1933,1939)

4. Les différentes méthodes de lutte contre les nuisances des Culex :

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages. C'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies à vecteurs et de contrôle des insectes nuisibles (Chandre *et al.*1997). Parmi les méthodes de lutte les plus utilisées nous avons :

4.1. La lutte biologique :

La lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants ou de produits qui en dérivent pour détruire les vecteurs et les ravageurs. Il s'agit en particulier de virus, de bactéries, de protozoaires, de champignons, de plantes, de vers parasites (OMS ,1999).

4.2. La lutte chimique :

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimique de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustiques.

Les composés utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (Philogene, 1991).

4.2.1. Les principales familles chimiques d'insecticides utilisées :

a. Les Organochlorés :

Le dichloro-diphényl-trichloréthane (DDT) (est un composé qui présente une grande solubilité dans les solvants organiques, les graisses et le pétrole. La combinaison de ses trois propriétés (répulsivité, irritabilité et toxicité) vis-à-vis des moustiques lui a valu sa place dans les programmes de lutte contre le paludisme. L'OMS ne recommande son usage que pour la lutte antivectorielle et sous la forme de pulvérisations intra domiciliaires à effet rémanent (appliquées uniquement sur les murs des habitations) (OMS, 2004b). Le DDT agit en perturbant l'ouverture des canaux sodium le long de l'axone chez l'insecte qui meurt après hyperexcitation, convulsions et paralysie.

b. Les Organophosphorés :

Il y'a plus de deux cents composés de ce groupe homologués dans le commerce. Les premiers comme le parathion étaient extrêmement toxiques pour l'homme. Les composés les plus employés sont énumérés ci-après :

- Le parathion : très toxique ; n'est utilisé que comme larvicide loin des lieux habités.
- Le téméphos (Abate) : est un produit extrêmement sûr et dénué de toxicité relativement spécifique de certaines larves de diptères il cause peu de dégâts à l'environnement. (Darriet, 1998).
- Le chlorpyrifos (Dursban) : est un excellent larvicide surtout dans les eaux polluées ou son effet peut se prolonger pendant trois mois. Cependant, il est plus toxique que le précédent et plus agressif pour l'environnement. C'est le produit de choix pour la lutte contre les culex dans les égouts, les drains ; les puisards, etc.
- Le malathion : est un des Organophosphorés le moins toxique et le moins cher. Il a été recommandé pour remplacer le DDT. Son activité larvicide est relativement réduite, mais ses propriétés adulticides sont très satisfaisantes (Anonyme, 1976).

c. Les carbamates :

Peu de produits de ce groupe sont utilisés en santé publique. Instables en milieux aqueux, ils ne peuvent être utilisés que comme larvicides, et leur action est dirigée contre les adultes

- Le propoxur : de toxicité moyenne, il est utilisé en traitement domiciliaire contre les anophèles et les blattes.
- La carbaryl : peu toxique, il est utilisé contre les moustiques adultes et mouches (Anonyme, 1976).

d. Les pyréthrinoides :

Sont des insecticides chimiques synthétiques. Leur structure chimique est adaptée à celles des pyréthrines. Ce sont des insecticides botaniques naturels produits par les fleurs de

chrysanthèmes (*chrysanthemian cinerariaefolium* et *chrysanthemum cineum* : espèces retrouvées essentiellement en Afrique et en Australie). Les pyréthrine, qui altèrent les fonctions nerveuse, sont peu résistantes et peu stables dans l'environnement. (Aligon et al. 2010).

4.3. La lutte physique :

Par l'expression très générale d'action physique on entend toute modification intentionnelle du milieu qui vise soit à faire disparaître ou réduire par des moyens physique les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent, soit à provoquer des modifications physique du milieu qui rendent l'eau impropre à la reproduction des moustiques. L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux, d'aménagement de l'écoulement ou de modification physique par d'autres moyens (Anonyme, 1974).

5. Répartition géographique :

5.1. Dans le monde :

Parmi les espèces du genre *Culex*, *Culex pipiens* est le moustique le plus fréquent dans le monde, c'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes ; il se développe aussi bien dans les milieux urbains que ruraux, dans les eaux pollués que propres.

Dans plusieurs régions, il est actif pendant toute l'année et atteint son maximum de développement pendant les saisons chaudes. Ses préférences trophiques sont très variables car il est plutôt ornithophile, mais il s'attaque volontiers aux humains et aux mammifères lorsqu'ils cohabitent (Faraj et al. 2006)

5.2. En Algérie :

En Algérie, les culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations (Lounaci, 2003), *Culex pipiens* est le moustique qui présente le plus d'intérêt en raison de son abondance et sa nuisance réelle dans les zones urbaines. Le développement dans certaines régions est continu pendant toute l'année et de nombreux travaux ont montré l'abondance des *C. pipiens* dans tout le pays, dans le constantinois (Berchi, 2000), à Tlemcen (Hassaine, 2002), dans l'algérois de Tizi Ouzou (Lounaci, 2003)

6. Phénomène de résistance :

6.1. Définition :

L'utilisation intensive des insecticides dans la lutte contre les vecteurs de maladies, de nombreuses résistances sont apparues chez les moustiques vis-à-vis de ces composés. Le phénomène de résistance a été défini par l'organisation mondiale de la santé (OMS) comme « le développement d'une capacité de tolérer les doses de substances toxiques chez

une souche résistante aux insecticides qui seraient létale pour la majorité des individus d'une population normale de la même espèce » (OMS 1975).

Les facteurs induisant la résistance sont nombreux et le mécanisme adopté par un organisme dépend de la pression exercée et du mode d'action de l'insecticide utilisé. L'intoxication d'un insecte englobe différents niveaux d'interaction pharmacocinétiques : pénétration des barrières tissulaires, distribution, stockage, métabolisation dans les tissus internes et interaction moléculaires avec le site cible spécifique (OMS, 2014).

6.2. Mécanisme de la résistance :

La toxicité des insecticides résulte de leur interaction avec leur cible biologique présente chez l'insecte. La molécule insecticide doit entrer en contact avec l'insecte, pénétrer dans l'organisme, dans certains cas être transformé en métabolite actif, puis être transporté jusqu'à sa cible. Tout mécanisme qui modifie l'une de ces étapes peut donc conduire à une résistance (Soderlund, 1997 ; Pennetier 2008) Trois types de mécanisme de résistance sont distingués :

6.2.1. Résistance comportementale :

Il s'agit de toute modification du comportement d'un insecte qui l'aide à éviter les effets mortels des insecticides. La propriété irritante de certains insecticides peut conduire une certaine proportion d'insectes à quitter les surfaces traitées avant d'avoir absorbé une dose létale, de sorte qu'il faudra des contacts répétés avant d'entraîner la mortalité .ce type de mécanisme se rencontre essentiellement chez les diptères en augmentant leur irritabilité de manière a minimisé le temps de contact avec l'insecticide en particulier au contact des pyréthrinoides. (Lockwood et al, 1985 ;Hauburge et Amichot 1998).

6.2.2. Résistance physiologique :

Les modifications qui affectent la physiologie de l'insecte peuvent être remarqué par la cinétique de pénétration, la séquestration ou l'excrétion (Hauburge et Amichot 1998) comme illustré sur la figure 10 :

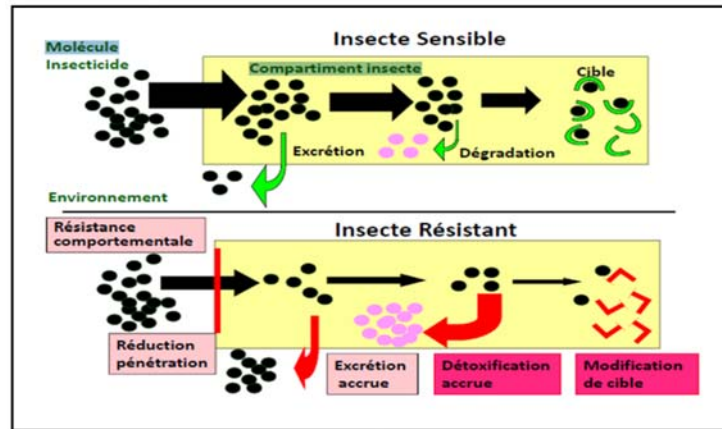


Figure 10 : « Représentation schématique des mécanismes impliqués dans la résistance physiologique aux insecticides, d'après Poirié et pasteur (1991) »

6.2.3. Modification de la cinétique de pénétration de l'insecticide :

Pour atteindre leur cible moléculaire les insecticides pénètrent à l'intérieur des insectes en traversant soit la cuticule, soit le tube digestif. Cette pénétration a lieu à une vitesse qui, pour un même toxique, varie d'une espèce à l'autre. Une diminution de la pénétration laisserait amplement le temps aux systèmes de détoxification de métaboliser le produit chimique qui serait alors moins efficace. Les insectes concentrés seront sélectionnés par l'insecticide et donneront naissance à une population résistante.

6.2.4. Excrétion :

L'augmentation de l'excrétion est un des mécanismes de résistance développés par les insectes. Les larves de souches résistantes d'*Aedes aegypti* réagissent au DDT en excréant l'insecticide dans la membrane péri trophique. Ce comportement a été davantage mis en évidence chez certaines souches résistantes par rapport à d'autres et se produit bien moins souvent chez les larves de souches sensibles. Il semble constituer un mécanisme de résistance pour enlever le DDT du canal alimentaire et empêcher qu'il n'accède à l'organisme.

6.2.5. Résistance métabolique :

Consiste en une détoxification plus efficace de l'antiparasitaire. Elle résulte de la surexpression des enzymes de détoxification, ou de la substitution d'acides aminés sur ces enzymes à l'origine d'une modification de leur affinité avec les insecticides. Ce mécanisme est primordial dans la résistance aux organophosphorés, DDT, organochlorés, carbamates et pyréthrinoides (Zerba, 1988 ; Ehrhardt, 2006).

La résistance peut également consister en une mutation de la cible. Elle peut être liée à une modification du site sur lequel l'insecticide agit dans une souche résistante, de sorte que l'insecticide n'arrive plus à se lier efficacement et que l'insecte n'est donc plus affecté, ou est moins affecté, par le produit. Ce mécanisme de résistance peut se produire dans le canal sodique et aboutir à des canaux sodiques de différents types, des altérations structurelles du canal sodique, des canaux sodiques modifiés, des modifications des phospholipides des

membranes nerveuses, une réduction de la densité des canaux sodiques et une affinité réduite du canal sodique. Les mutations de résistances, comme les mutations KDR (Knock-Down Résistance) peuvent toucher l'acétylcholinestérase, qui est la cible moléculaire des organophosphorés et des carbamates, où les canaux sodique voltage dépendants pour les pyréthroides et le DDT.

La modification des canaux chlore de la synapse codée par le gène Rdl est impliquée dans la résistance au lindane et à la dieldrine. La résistance peut de la même façon résulter de modifications des canaux GABA ou des acétylcholinestérases (Ehrhardt, 2006).

6.3. Type de résistance :

La résistance peut se manifester vis-à-vis de tous les insecticides de façon différente, 4 type de résistance que les moustiques peuvent développer après avoir sélectionné l'insecticide :

6.3.1. La résistance simple :

C'est une résistance vis-à-vis d'une substance donnée. Cela correspond au premier stade de sélection d'individus chimio résistants

6.3.2. La résistance de famille :

Elle s'applique à un groupe d'antiparasitaires ayant le même mode d'action.

Exemple : résistance aux pyréthrinoides et aux lactones macrocycliques. Il est ainsi recommandé de changer de famille d'insecticides lors de l'apparition de populations résistantes à un pyréthrinoides

6.3.3. La résistance croisée :

Elle résulte d'un mécanisme de résistance unique, sélectionné par l'application d'un seul antiparasitaire. Elle peut concerner de substances d'une même famille ou de familles différentes. Exemple: résistance du type KDR résultant d'une mutation du gène para canal sodique, conférant une résistance au DDT et aux pyréthrinoides chez les populations d'anophèles gambiae. On parle de résistance croisée négative quand une population devenue résistante à un antiparasitaire présente une sensibilité accrue à un autre .exemple : les souches d'Haematobia irritans résistantes aux pyréthrinoides présentent souvent une sensibilité accrue au diazinon, un organophosphoré (Cilek, 1993 ; Byford, 1988 ; Ehrhardt, 2006).

6.3.4. La résistance multiple :

Elle désigne une résistance vis à vis de plusieurs groupes d'antiparasitaires ayant des modes d'action différents. Plusieurs mécanisme de résistance évoluent ainsi en repense à la sélection résultant de l'application de différents insecticides (Gehrhardt, 2006).

7. Méthode pour le dosage des protéines et des lipides (Par le Gerhardt) :

Appareil de haute technologie (figure 11), conjugué à un système d'analyse qui automatise les méthodes de référence, ce qui réduit les risques d'erreurs. Le Gerhardt dispose d'une vaste donnée des applications :

7.1. Détermination de l'azote :

La majorité des aliments humains et animaux contiennent de l'azote, la teneur en protéine est calculée à partir de la teneur en azote, contenu dans un échantillon.

7.2. Détermination de la matière grasse totale :


L'industrie détermine la teneur en matière grasse dans les matières premières afin d'évaluer la pertinence de certains procédés de fabrication et elle analyse la teneur en matière grasse des produits finaux dans le cadre du contrôle de la qualité. La détermination quantitative de la teneur en matière grasse d'un échantillon s'effectue généralement par extraction avec un solvant Lipophile. La graisse libre est détectée par extraction directe.

7.3. Détermination de la fibre végétale :

La détermination de la teneur en fibre est d'une importance particulière dans l'alimentation. La proportion de fibre a un grand impact sur l'assimilation des aliments et la santé. L'analyse élaborée recrée les différentes étapes du processus de digestion dans l'estomac, afin d'évaluer la valeur de l'alimentation grasse aux différentes fractions de fibre, déterminée qualitativement et quantitativement. Pour déterminer les différentes fractions de fibres, des échantillons de l'aliment sont traités avec différents solvants. Le résidu non dissout est séché, pesé puis incinéré. La perte de masse survenant lors de l'incinération correspond à la teneur en cellulose brut de l'échantillon.



Figure 11 : « Appareil de Gerhardt »



CHAPITRE 2

**MATERIEL
ET METHODES**

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

Objectif de l'étude :

Deux objectifs ont été fixés dans notre thématique de recherche à savoir :

- Identification des espèces de culex récolté dans la partie Est de l'Algérois.
- Evaluation de l'efficacité du «Téméphos » (insecticide organophosphoré), sur des populations de moustiques dans la région de Bab-Ezzouar d'une part, et l'estimation de la sensibilité de ces moustiques récoltés vis-à-vis de ces produits par des analyses biochimiques d'autre part (dosage des protéines et des lipides) d'autre part.

1. Présentation de la région et de la zone d'étude :

L'étude s'est faite au niveau de la région d'Alger et plus précisément à l'est de celle-ci, et donc de Bab-Ezzouar, la zone d'étude :

1.1. Situation géographique de la zone d'étude:

La commune de Bab-ezzouar est située à environ 15 km à l'Est d'Alger dans la banlieue, limitée par Bordj El Kiffan au Nord, Oued Semmar au Sud et à l'Ouest, et Dar El Beïda à l'Est (ONS 2008), elle couvre une superficie de 8,02km², elle est entre 3° et 11° de longitude est et 36°et 43° de latitude nord.

1.2. Choix de la zone d'étude :

D'après nos enquêtes établies en collaboration avec la société URBAL, il s'est avéré qu'il y'avait présences de résistance au niveau de la commune de Bab-Ezzouar, notamment dans les cités mentionnées auparavant. Les zones infestées par les moustiques présentent une résistance aux produits chimiques utilisés.

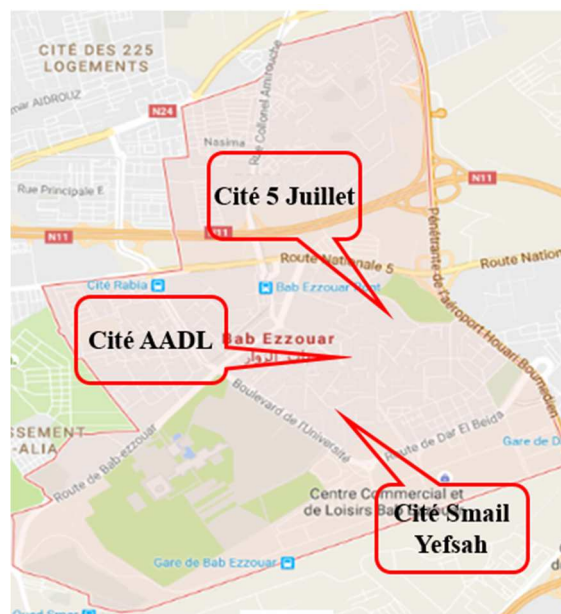


Figure 12 : « Localisation des sites de prélèvements »

1.3. Facteurs climatiques de la zone d'étude :

Comme les insectes sont ectothermes, les rythmes des principaux processus physiologiques de leur cycle de vie sont déterminés par les conditions environnementales, notamment la température et les précipitations (Régnière, 2009).

1.3.1. Températures dans la région d'étude :

La température est un facteur abiotique particulièrement important pour les moustiques et autres arthropodes, car elle influe directement sur la mortalité, la durée de vie, et les taux de développement qui peuvent provoquer des changements dans la morphologie (Su et Mulla 2001, Gunay et al. 2011). Aussi, les augmentations de température sont susceptibles d'accélérer le développement des moustiques, et que cet effet est plus grande à des températures inférieures à 24 °C, cependant, une température plus importante augmente de manière significative la mortalité (Ciota, 2014).

Le tableau suivant mentionne les températures enregistrées durant la période d'étude dans la région d'Alger :

Tableau 1 : « Températures maximales, moyennes et minimales enregistrées à Alger durant la période d'étude »

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Août
M (°C)	18,5	18,4	18,1	20,2	22,2	25	27,2	27,4
T Moy (°C)	16,2	16,1	15,1	18,3	20,4	22,8	25,1	25,3
m (°C)	13,9	13,6	12,1	15,9	17,9	20,8	22,4	23,2

Source : <http://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2016/alger-port/valeurs/60369.html>

M : Température maximale enregistrée.

m : Température minimale enregistrée.

TMoy : Température moyenne.

Les températures maximales oscillent entre 18,1 °C (Mars) et 27,4 °C (Août), quant aux minima, elles sont respectivement et pour les deux mois, de 12,1 °C et 23,2 °C. Enfin pour les moyennes de températures, elles sont de 15,1 °C pour le mois de Mars (le plus froid) et de 25,3 °C pour Août (le mois le plus chaud). Concernant le mois le plus chaud dans la région d'Alger, il s'agit en effet du mois d'Août, et le mois le plus froid serait en fait celui de Mars. Aussi, ces valeurs sont quelques peu biaisés par El Niño, phénomène océanique à grande échelle du Pacifique équatorial, survenant tous les cinq ans en moyenne et affectant le régime des vents, la température de la mer et les précipitations ; et justement, cette année de 2016 a connu un épisode assez prononcé.

En résumé, les températures de la région sont particulièrement propices au développement et à la prolifération du *Culex*, car elles se situent souvent en deçà du seuil de 24 °C.

1.3.2. Pluviométrie :

Le tableau ci-dessous reporte les pluies enregistrées dans la région d'Alger entre Janvier 2016 et Août de la même année, ainsi que les moyennes pour les mêmes mois, pour la période 2007-2016 :

Tableau 2 : « Précipitations annuelle et décennale (2007-2016) enregistrées à Alger »

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Total
2016 (mm)	73	112	95	28	19	0	2	0	329
Moyenne 2007-2016 (mm)	66,6	95,5	66,0	63,7	41,4	13,0	2,6	15,0	363,8

Source: www.infoclimat.fr/climatologie/annee/.../alger-port/valeurs/60369.html (...= a remplacer par l'année désirée).

Le mois le plus pluvieux de 2016 fut celui de Février avec 112mm, sur un total de 329 mm, ce qui en fait une année relativement sèche par rapport à la moyenne de 2007-2016, où elle avoisine les 364mm. On constate aussi qu'au lieu d'être graduellement décroissantes entre Janvier et Mai, l'année 2016 a vu plus de 277 mm de pluies tombées entre Janvier et Mars.

Donc, même si les pluies ne sont pas importantes, le fait qu'elles se répartissent sur plusieurs mois favorise davantage le développement et la prolifération des moustiques.

1.3.3. Le facteur Vent :

Le vol des insectes hématophages peut être considérablement réduit par le vent, mais les espèces qui habitent les bois et d'autres sites protégés seront moins touchés que ceux qui vivent dans les zones les plus exposées (Service, 1980).

Tableau 3 : « Températures maximales, moyennes et minimales enregistrées à Alger durant la période d'étude »

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
V (m/s)	3,84	4,56	3,98	3,71	3,49	3,4	3,49	3,26

Source : <http://w-weather.com/Algeria/Algiers/.../> (...= a remplacer par le mois désiré).

Les vents dans la région d'Alger sont souvent de type Nord-Est, Nord-Ouest et Ouest et parfois, des vents du sud de type Siroco investissent le nord du pays en été.

Pour ce qui est de la vitesse du vent à Alger, elle est relativement faible par rapport aux autres régions du pays et notamment celle du sud, du moment qu'elle ne dépasse pas les 4 m/s en général, facteur favorable pour la prolifération des moustiques dans l'Algérois.

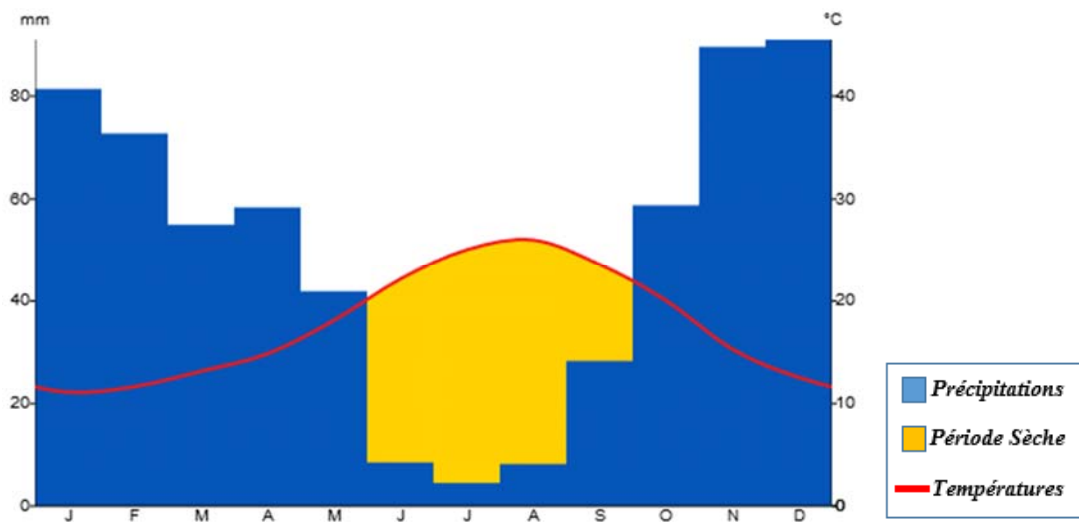
1.3.4. Synthèse climatique :

a. Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique est une représentation graphique des températures et quantités de précipitations moyennes mensuelles en un lieu donné. Il comporte un axe horizontal où sont placés les 12 mois de l'année et deux axes verticaux, un à gauche pour les précipitations et l'autre à droite pour les températures. Les précipitations mensuelles sont représentées par un histogramme bleu et les températures mensuelles par une courbe rouge. L'intérêt du diagramme ombrothermique est qu'il permet d'un seul coup d'œil de caractériser un climat. Pour qu'un diagramme de ce type soit précis, il faudrait des valeurs s'étalant sur des dizaines d'années (30 ans en général). De ce fait, nous avons opté pour une application on-line, qui établis le dit-diagramme de manière automatique et pour n'importe quelle ville du monde, en se basant sur des relevés précis de 1976 à 2005, soit une période de près de 30 ans :

Tableau 4 : « Valeurs des Températures et des Précipitations utilisées pour le diagramme ombrothermique de la région d'Alger »

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembr	Octobre	Novmbr	Décembr
Précip. (mm)	81,4	72,7	55	58,4	41,9	8,5	4,5	8,2	28,3	58,8	89,6	91
Tempé. Moy (°C)	11,1	11,65	13,15	14,85	18,1	22,15	25,05	26	23,6	20,05	15,3	12,55



Source : <http://nom-des-nuages.perso.sfr.fr/ombrothermique/>

Figure 13 : « Diagramme ombrothermique de la région d'Alger »

Les axes du diagramme doivent respecter une règle essentielle : celui des précipitations doit être le double de celui des températures, c'est-à-dire que par exemple, à la graduation 10 de l'axe des températures, correspond en face la graduation 20 sur l'axe des précipitations. Pour simplifier, le diagramme repose sur une formule tel que : si pour un mois donné, la température

moyenne multipliée par 2 est supérieur aux précipitations moyennes du même mois, ce mois-ci est donc considéré comme «sec», sinon, il est dit « humide ». Ainsi, sur la figure 13, la période sèche correspond à la zone colorée en jaune. Il révèle donc que la région d'Alger (Latitude : 36,76° ; longitude : 3,04°), se caractérise par un climat dit « Csa » :

Tempéré (C) : la température moyenne du mois le plus froid (janvier) est comprise entre -3°C et 18°C. La température moyenne du mois le plus chaud (août) est supérieure à 10°C. Donc, le climat est humide : 3 fois plus de précipitations au mois d'hiver le plus arrosé (décembre : 91 mm) qu'au mois d'été le moins arrosé (juillet) et des précipitations annuelles (598,3 mm) supérieures à 20 fois la température moyenne annuelle ($20 \times 17,8^\circ\text{C} \approx 355,9$).

Méditerranéen (Cs) : 3 fois plus de précipitations au mois d'hiver le plus arrosé (décembre) qu'au mois d'été le moins arrosé (juillet). Ce dernier reçoit moins de 30 mm. Aussi, l'Été est chaud (*a*) où la température moyenne du mois le plus chaud (août) est supérieure à 22°C. Aussi, au moins 4 mois au-dessus de 10°C : août, juillet, septembre et juin.

b. Climagramme d'Emberger :

Il s'agit d'une représentation graphique qui permet par le biais d'une formule dite d'Emberger, de situer une région sur ce diagramme et d'en préciser « l'étage bioclimatique ». La formule utilisée est :

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

Q_2 : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Somme des précipitations annuelles en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, en Kelvin.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid, en Kelvin.

Pour la région d'Alger, ces valeurs sont de :

- Pour «P», nous avons opté pour une moyenne des précipitations enregistrées chaque année pour la période 2007-2016, soit 579,22 mm.
- «M» pour le mois le plus chaud qui est celui de Août, est égale à 26,67 °C, soit 299,67 Kelvin. Et là aussi nous avons préféré utiliser une moyenne des dix dernières années.
- « m » du mois le plus froid, également moyenne des dix dernières années du mois le plus froid (Février), est égale à 14,04 °C soit 287,04 Kelvin.

Donc :

$$Q_2 = \frac{2000 \times 579,22}{(26,67 + 273)^2 - (14,04 + 273)^2} = 156,33$$

Ce coefficient est reporté en ordonnées sur le climagramme d'Emberger, et la valeur du minima du mois plus froid (février), égale à 11,35 °C (comme moyenne des dix dernières années) est reportée en abscisse :

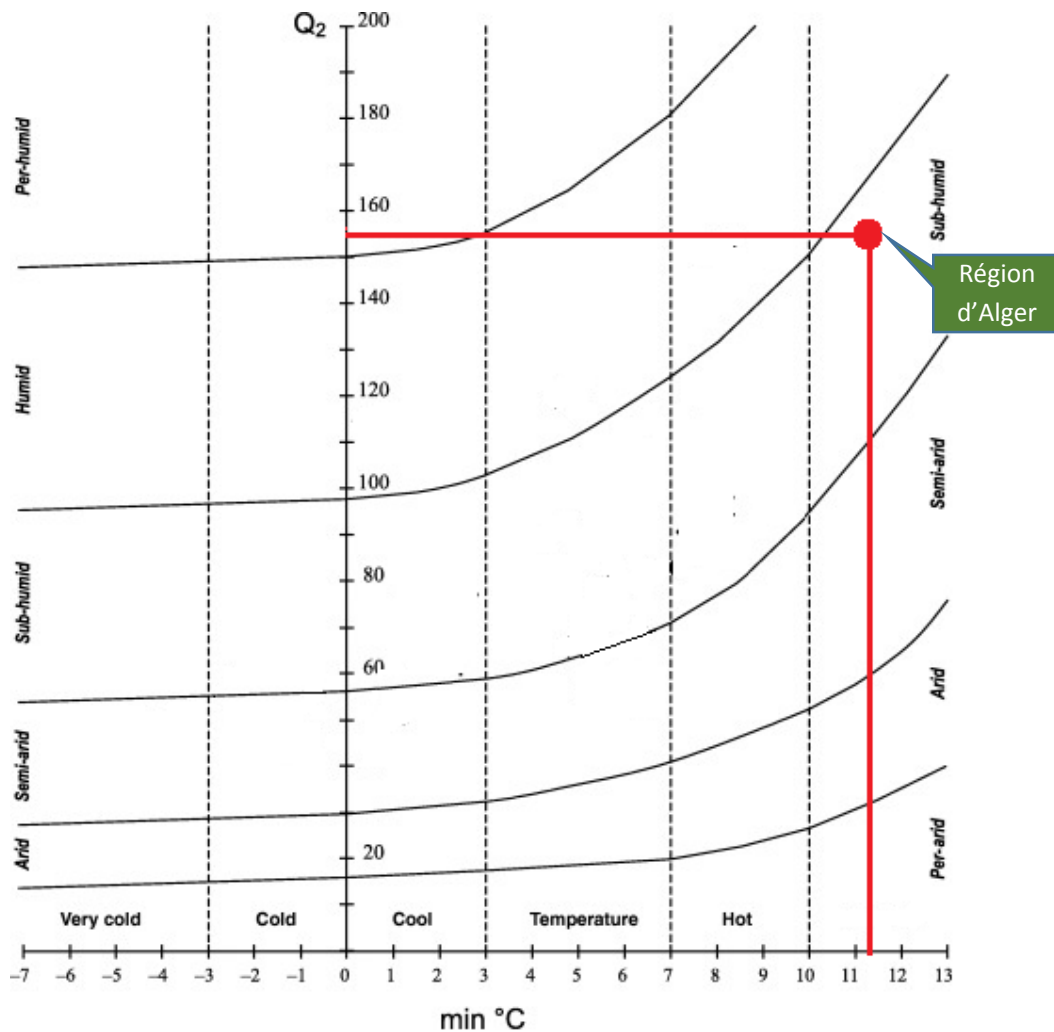


Figure 14 : « Localisation de la région d'Alger sur le diagramme d'Emberger »

Ce diagramme révèle qu'Alger et ses environs se situeraient à l'étage bioclimatique sub-humide avec hiver chaud, ce qui confirme aussi les résultats obtenus du diagramme ombrothermique.

2. Matériel et produits utilisés :

Tout le matériel et les produits utilisés lors de notre travail, sont cités en annexe. Notre protocole expérimental comporte deux parties : Une partie sur terrain et une partie menée au niveau de laboratoires.

2.1. Protocole expérimental sur terrain :

2.1.1. Sites de collectes des larves de culex :

Des prélèvements ont été effectués une fois par semaine à partir du mois de mars jusqu'au mois de juillet dans les 3 sites d'étude. Ces prélèvements furent réalisés au niveau des caves inondées des immeubles, ces caves sont abandonnées, mal éclairées et remplies d'eau stagnante, ce qui représente les conditions idéales pour le développement la pullulation des moustiques.



Site « Cité 5 Juillet »



Site « Cité AADL »



Site « Cité Ismail Yefsah »

Figure 15: « Sites de collecte des larves de Culex à Bab Ezzouar »

2.1.2. La technique utilisée pour la récolte des larves :

C'est celle préconisée par plusieurs auteurs : la technique des coups de louche (Dipping), cette technique consiste à plonger dans plusieurs endroits une louche munie d'un manche assez long afin de faire des prélèvements dans plusieurs endroits à différentes hauteurs (Coffinet et *al* 2009, Messai et *al* 2010).



Figure 16 : « Bouteille contenant l'eau des caves »

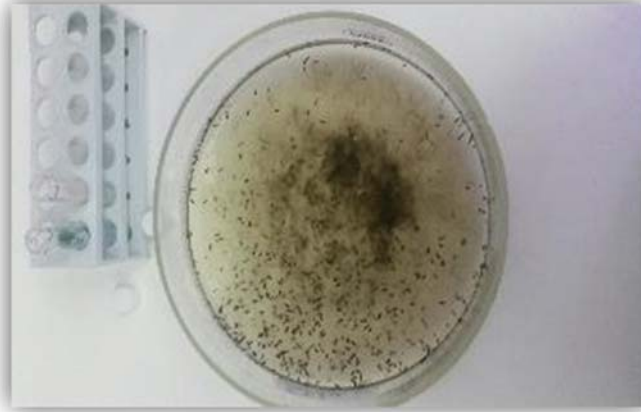


Figure 17 : « Plateau pour trier les larves »

2.2. Protocol expérimental en laboratoires :

2.2.1. Eclaircissement et montage des larves et identifications de celles-ci:

a. Eclaircissement et montage des larves :

Selon Messai et al (2010), le montage des larves se réalise selon les étapes suivantes :

- Réhydratation des larves conservées dans l'alcool dans un bain d'eau distillée pendant quelques minutes
- Eclaircissements des larves dans une solution de potasse (KOH) à 10% pendant environ 10 minutes
- Rinçage des larves à l'eau distillée (3 bains de 2 à 5 minutes)
- Déshydrations des larves par passage dans l'alcool à concentration croissantes (70°, 90°, 100°) pendant 15 minutes pour éliminer l'eau contenue dans l'échantillon
- Montage entre lame et lamelle dans une goutte de lactophénol, en sectionnant à l'aide d'une aiguille fine la larve au niveau du 7^{ème} segment abdominal en deux parties, la partie antérieure est montée face dorsale et la partie postérieure est montée latéralement. Les lames sont posées sur une surface plate puis d'examinées au microscope photonique (La date et le lieu de la récolte doivent être mentionnées sur la lame).

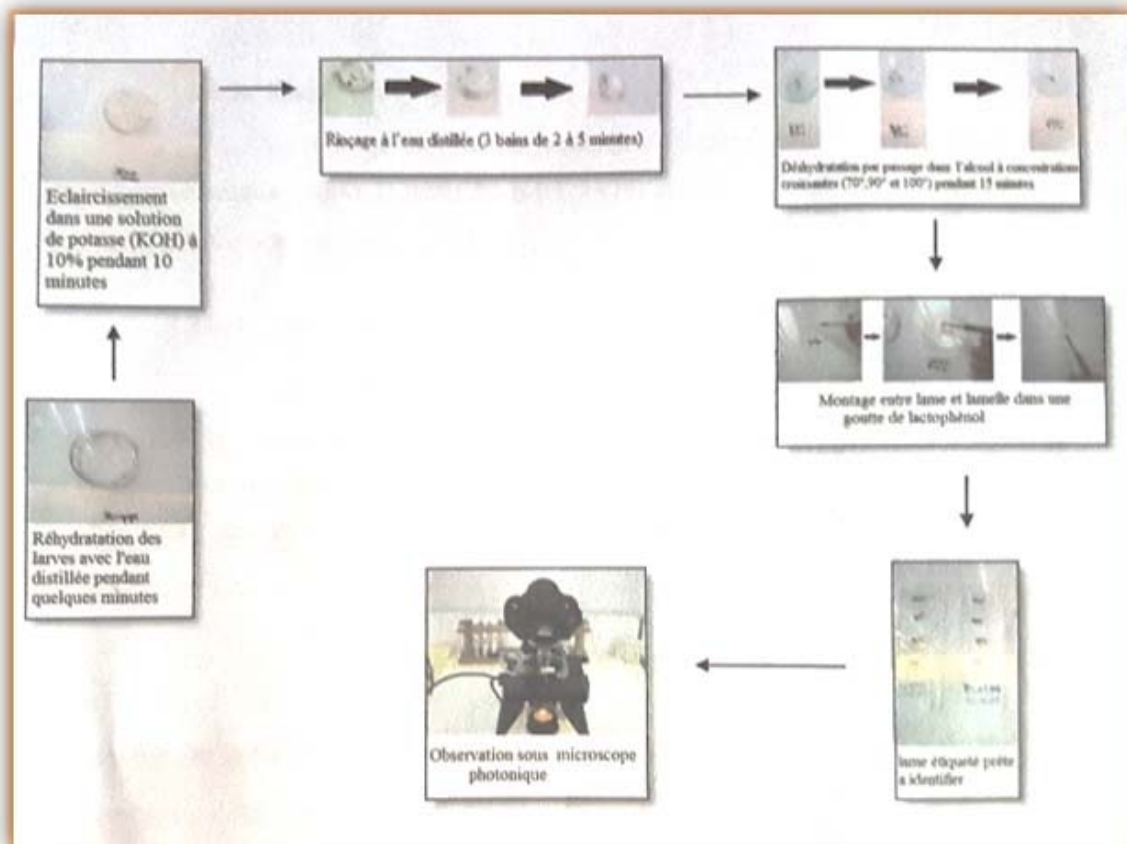


Figure 18: « Les principales étapes du protocole de montage des larves de culex (Hamel et Beghdaoui, 2015) »

b. Identification de larves récoltées :

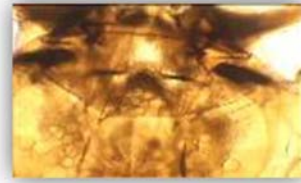
Pour l'identification des larves du culex nous avons utilisés des larves de 4^{ème} stade vu leurs facilité de manipulation et le chétotaxie (Bouabida, et *al* 2012). Nous avons utilisé le logiciel d'identification des culicidae de l'Afrique méditerranéenne réalisée par (Brhunes et *al* 1999), les critères utilisés sont des critères morphologiques basés sur : l'insertion des soies et leurs nombres, formes du siphon, etc.



Longues antennes
(Gx40)



Épine préclypéale 1-C
mince et effilée à l'apex
(Gx100)



Nombre de branches des
soies céphaliques 4-C, 5-C,
6-C (Gx100)



Mentum avec plus
de 8 dents de part
et d'autres de la
médiane (Gx100)



Soies abdominales
7-I (2 branches)
(Gx100)



Ecailles du segment
VIII en désordre et
sans épine médiane
(Gx40)



Forme générale du
siphon (à bords droits)



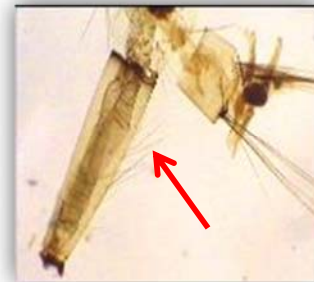
Dents distales du peigne siphonal
(3 à 5 dents)(Gx400)



Épine préclypéale 1-C
mince et effilée à
l'apex



Soie abdominale 6 VI
(1branche)



Soie latérale, du siphon 1-
S (3 paires de branches)

Figure 19 : « Les principaux critères d'identification *Culex pipiens* (2 rangées du haut) et *Culex laticinctus* (rangée du bas) »



Soie abdominale 6 VI
(3 branches) (Gx40)

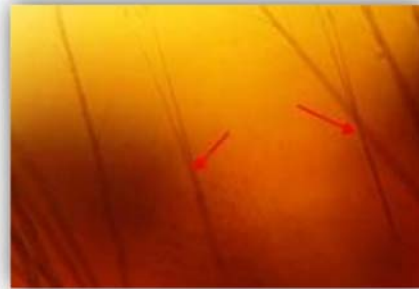


Ecailles du segment
8 sans épines

Figure 20 : « Les critères d'identification *Culex modestus* »



Epine préclypéale 1-C épaisse (Gx400)



Branches de la soie céphalique 4-C
(2 branches) (Gx400)

Figure 21 : « Critère d'identification *Culex theileri* »



Figure 22 : « Présentation du conditionnement de TEMEPHOS »

2.2.2. Évaluation de l'efficacité du Téméphos sur les larves de culex :

a. Mode d'action du Téméphos :

Nous avons utilisé le TEMEPHOS 500 g/litre, ce dernier appartient à la famille des organophosphorés il est caractérisé par l'effet choc (Knock down) et détruit rapidement les larves des moustiques, il permet de traiter : Les plans d'eau stagnantes des zones urbaines, les zones marécageuse, les bassins, les étangs et les canaux.

b. Les principaux tests d'insecticides réalisés :

Les traitements ont été réalisés dans des gobelets contenant 20 larves de moustiques par gobelet (OMS). Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dilution en plus d'un témoin, et placés dans les conditions ambiantes du laboratoire (INSP Alger) :

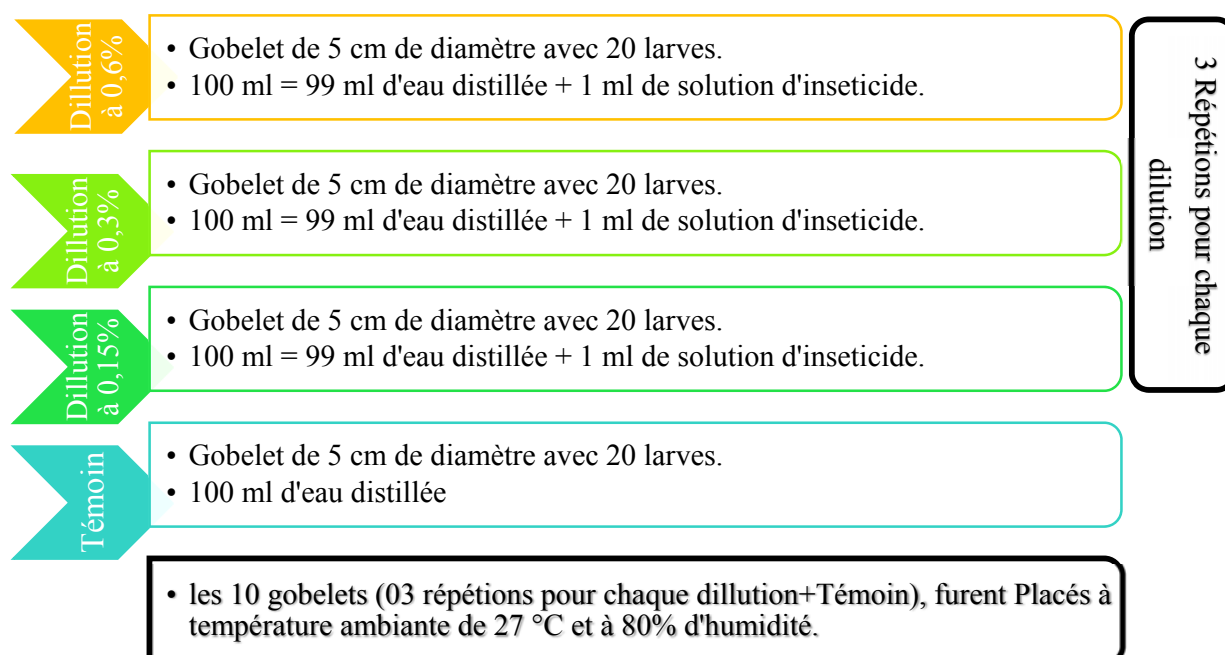


Figure 23: « Préparation des gobelets pour les tests »

La lecture du test s'est faite à des intervalles de temps fixé de 5 minutes à 24 heures. L'efficacité de chaque dose a été déterminée en relevant de chaque gobelet le nombre de larves mortes, le pourcentage de mortalité est calculé. Toutes les données recueillies et les observations faites après le temps de contact avec l'insecticide sont également notées.

Tableau 5: « Les différentes dilutions de l'insecticide »

Insecticide utilisé	Dilutions		
<i>Temephos</i>	D1=0.6%	D2=0.3%	D3=0.15%



Figure 24 : « Dispositif expérimental du test insecticide »

2.2.3. Dosages de quelques paramètres biochimiques sur des populations de larves témoins et traitées

a. Dosages des protéines :

a1. Principe :

Minéralisation de la matière organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur alcalinisation des produits de la réaction, distillation et titrage de l'ammoniac libère. Calcul de la teneur en azote et multiplication du résultat par IE facteur conventionnel de 2 afin d'obtenir la teneur en protéines brutes.

a2. Appareillage :

Matériel courant de laboratoire non spécifique notamment :

- Balance analytique ;
- Appareillage pour la minéralisation, la distillation et titrage ;
- Echantillon : Conserver l'échantillon de façon à éviter toute modification ou toute détérioration de sa composition.

a3. Mode opératoire du Gerhardt pour la détermination de la teneur d'azote :

- *Minéralisation de la matière organique (culex) :*

Dans cette phase, une comparaison du paramètre étudié entre les individus traités et témoins est réalisée : le mode opératoire consistait à placer 1g de chaque type de culex dans les tubes du minéralisateur, ajouter 0,6g de sulfate de potassium et 0,5g de sulfate de cuivre (catalyseur). A ce mélange on ajoute 25 ml de l'acide sulfurique, mélanger soigneusement de façon à assurer un mouillage complet de la prise d'essai, la durée de cette phase est de 3heurs sous une température de 350°, sous une hotte bien ventilée.

- *Distillation :*

Ajouter, avec précaution, 250 à 350ml d'eau afin de dissoudre complètement les sulfates, mélanger et laisser refroidir. A ce mélange on ajoute un régulateur d'ébullition, introduire dans

le ballon a minéralisation 100ml de solution d'hydroxyde de sodium, on chauffe le ballon de façon à recueillir 150 ml de distillat en 30min, si la réaction est alcaline il faut poursuivre la distillation.

- *Titration :*

Le titrage doit être effectué aussi rapidement que possible une fois la distillation terminée, après l'utilisation de l'acide sulfurique comme liquide de récupération tirer dans la fiole de réception l'excès d'acide sulfurique avec la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à changement de coloration du violet au vert.

b. Dosages des lipides totaux chez les populations de larves témoins et les traités :

b1. Principe :

Traitement de l'échantillon avec l'acide chlorhydrique dilué bouillant pour libérer les fractions lipidiques occluses et liées.

Filtration de la masse résultante et après séchage extraction, au moyen de n-hexane ou d'éther de pétrole, de la matière grasse retenue sur le filtre après séchage avec les étuves.

b2. Mode opératoire :

Dans cette phase, on va utiliser les larves du culex déjà traité avec le *Téméphos*, et les comparer avec d'autres larves de culex sans traitement.

Prendre 10 gr de l'échantillon après avoir subi une homogénéisation avec le hachoir mécanique, les mettre dans le dessiccateur ou l'étuve pendant 3 heures à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$. A sa sortie et après refroidissement on met l'échantillon dans la cartouche du Soxhlet avec de l'hexane. Une pesée de cette cartouche vide et une autre avec la cartouche remplie d'hexane de l'échantillon est réalisé.

Placer après cette opération la cartouche dans l'annexe du Gerhardt (Soxhlet) pendant 20 à 30 mn pour l'évaporation de l'hexane afin d'obtenir l'extraction de la matière grasse à partir de l'échantillon. Une équation est utilisée afin d'obtenir la teneur en matière grasse totale de l'échantillon en pourcentage, en masse, égale à :

$$\text{Teneur en matière grasse (\%)} = \frac{(B_p - B_v) \times 100}{E}$$

Où :

B_v : la masse en gramme de la prise d'essai (contenu dans un bécher) ;

B_p : la masse en gramme de la cartouche (contenu dans un bécher) ;

E : est la masse en gramme de la cartouche et de la matière grasse après séchage.

2.3. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition :

Les indices écologiques de composition employés sont, la richesse totale, la fréquence centésimale ou abondance relatives (AR) fréquence d'occurrence (F.O).

2.3.1. Richesse totale :

La richesse est l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Ramade, 1984 à d'après Blondel (1979) la richesse totale S est le nombre des espèces du peuplement pris en considération.

2.3.2. Abondance relative :

L'abondance relative correspond au pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre totale des individus N, toutes espèces confondues (Dajoz, 1975). Selon Fontier (1983), l'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné. Elle est calculée par la formule suivante :

$$AR(\%) = \frac{n_i \times 100}{N}$$

Où :

n_i : nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues

2.3.3. Fréquence d'occurrence :

Elle représente le nombre de prélèvements qui contient l'espèce étudiée (P_i) par rapport au nombre total des prélèvements (P) (Dajoz, 1975). Elle est calculée comme suit :

$$FO(\%) = \frac{P_i \times 100}{P}$$

Où :

P_i : le nombre relevés contenant l'espèce étudiée.

P : Le nombre total de relevés effectués

Selon le pourcentage de la fréquence d'occurrence, nous déduisons le statut de chaque espèce :

- $0 < F.O. \leq 16,7\%$, les sont dites espèces rares.
- $16,7\% < F.O. \leq 33,4\%$, les sont dites accidentelles.
- $33,4 < F.O. \leq 50\%$ les sont dites accessoires.
- $50\% < F.O. \leq 66,7\%$ Les sont dites régulières.
- $66,7\% < F.O. \leq 83,3\%$ les sont dites constantes.
- $83,3\% < F.O. \leq 100\%$ les sont dites omniprésentes.

2.4. Méthodes d'exploitation des résultats du test insecticide :

2.4.1. Calcul du pourcentage de mortalité observé :

Le taux de mortalité est calculé en termes de moyennes de trois répétitions portant chacune sur 10 individus. Le pourcentage est calculé chez les larves témoins et traitées par la formule suivante :

$$\text{Mortalité Observée}(\%) = \frac{\text{Nombre d'individus morts} \times 100}{\text{Nombre total des individus}}$$

Le test est valide si le pourcentage de mortalité des témoins est inférieur à 5%. Lorsque la mortalité chez les témoins est comprise entre 5% et 20%, la mortalité, devra être corrigée en utilisant la formule d'Abott (1925) :

$$MC (\%) = \frac{M_2 - M_1}{100 - M_1} \times 100$$

Où :

M1 : Pourcentage de mortalité dans le témoin.

M2 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.

MC : pourcentage de mortalité corrigé.

Si la mortalité chez les témoins dépasse 20%, l'expérience n'est pas valide (OMS, 2003).

2.4.2. Détermination des DL50 et TL50 :

La dose létale 50 (DL50) correspond à la dose d'insecticide nécessaire pour que périssent 50% de (n) individus pendant un temps donné (Ramade, 2007). Pour estimer la DL50, une transformation en probit des pourcentages de mortalité est nécessaire.

L'analyse des données se fait par la méthode gaussio-logarithmique habituellement utilisée pour les tests insecticides, elle permet de tracer des droites de régression probit (en Annexe 2) en dressant le taux de mortalité (en probit) en fonction de la concentration en insecticide (en logarithme népérien). L'équation de droite est de type :

$$y = ax + b$$

Où :

y = probit 5 pour rechercher DL50

a = la pente

x = logarithme de dose

b = valeur de l'axe des données

Les DL50 sont déterminées directement par la droite de régression sur le graph, la valeur de x qui correspond au probit de 50% est obtenu en remplaçant y par 5 pour déterminer la DL50.

Le temps létal 50 (TL50) correspond au temps nécessaire pour que périssent 50% des (n) individus exposés à une dose ou à une concentration déterminée d'insecticide (Ramade, 2007). Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondant aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction du temps de contact (pris en logarithme népérien). On nous procédons de la même manière que pour le calcul de la DL50.

CHAPITRE 3

RESULTATS



CHAPITRE 3 : RESULTATS

1. Identification et Dénombrement des espèces de culex récoltées

1.1. Identification des espèces collectées

L'identification des espèces de Culex a été établie en se basant sur les clés du logiciel d'identification des culicidé de l'Afrique méditerranéenne réalisée par Brhunes et al (1999). Les principaux critères (ou « descripteurs » en jargon du logiciel) sont mentionnés dans le tableau et la capture d'écran du logiciel de l'annexe n°2.

1.2. Dénombrement des principales espèces capturées et évaluations de quelques indices écologiques

1.2.1. Estimation de l'abondance relative des espèces de culex

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 6 et figure 25 :

Tableau 6: « Abondance et Occurrence des espèces de Culex recensées dans les prélèvements »

Espèce	Nombre	AR%
<i>Culex pipiens</i>	26	52%
<i>Culex theileri</i>	14	28%
<i>Culex modestus</i>	7	14%
<i>Culex laticinctus</i>	3	6%
Total	50	100%

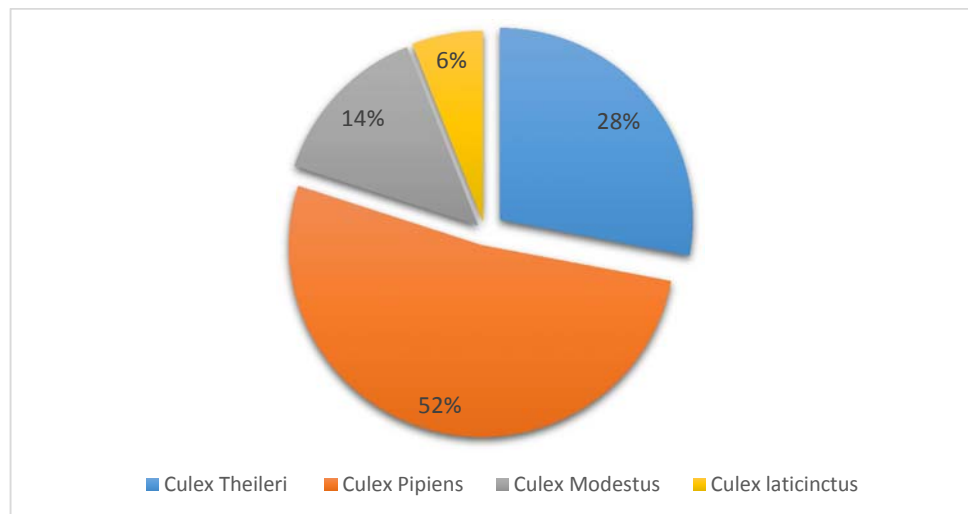


Figure 25: "Abondance Relative des différentes espèces de Culex des échantillons collectées"

1.2.2. Fréquence d'occurrence :

Pour rappel, l'occurrence est calculée selon la formule :

$$.. (\%) = \frac{P_i \cdot 100}{P}$$

Où :

P_i : le nombre relevés contenant l'espèce étudiée.

P : Le nombre total de relevés effectués (dix échantillons soumis à l'identification par le logiciel de Brhunes et *al.*):

Tableau 7 : « Evaluation de la fréquence occurrences des espèces capturées »

Période de préparation de l'échantillon	<i>C. pepiens</i> (Nombre total par prélèvement et nombres par échantillon)	<i>C. theileri</i> (Nombre total par prélèvement et nombres par échantillon)	<i>C. modestus</i> (Nombre total par prélèvement et nombres par échantillon)	<i>C. laticinctus</i> (Nombre total par prélèvement et nombres par échantillon)
21 Mars au 29 Mars 2016 (03 échantillons)	10 (2,5,3)	3 (0,0,3)	2 (2,0,0)	00 (0,0,0)
03 Avril au 06 Avril 2016 (03 échantillons)	9 (3,4,2)	6 (2,1,3)	4 (0,4,0)	1 (0,1,0)
10 Mai au 17 Mai 2016 (04 échantillons)	7 (1,3,1,2)	5 (3,1,0,0)	1 (0,1,0,0)	2 (2,0,0,0)
Total	26	14	7	3
Fréquence d'occurrence	100%	60%	30%	10%
Statut de l'espèce	Omniprésente	Régulière	Accidentelle	Rare

2. Évaluation de l'efficacité du Téméphos sur les larves de *C. pipiens* en conditions contrôlées :

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des résultats obtenus lors des tests de l'effet dose. Ainsi et pour chaque concentration, nous avons dénombré les larves mortes à différents intervalles de temps (5 minutes d'exposition, 10 min, 15 minutes...etc.), et pour chaque intervalle, nous avons procédé à trois répétitions. Les résultats sont représentés dans le tableau 8 :

Tableau 8: « Cumul des mortalités de larves enregistrées pour les différents dosages et à différents intervalles d'exposition »

	Concentration 0,6%	Concentration 0,3%	Concentration 0,15%
5 min	0	0	0
	2	0	0
	3	0	0
10 min	0	2	0
	2	0	0
	3	0	0
15 min	2	02	0
	6	00	0
	8	00	0
30 min	17	16	0
	20	15	3
	20	14	0
45 min	18	18	10
	20	16	12
	20	17	10
60 min	19	19	13
	20	17	15
	20	19	12
120 min	20	19	14
	20	18	16
	20	19	15
180 min	20	20	19
	20	20	20
	20	20	19
240 min	20	20	20
	20	20	20
	20	20	20

Pour clarifier davantage ces résultats, nous avons dressé des graphiques pour chacune des concentrations :

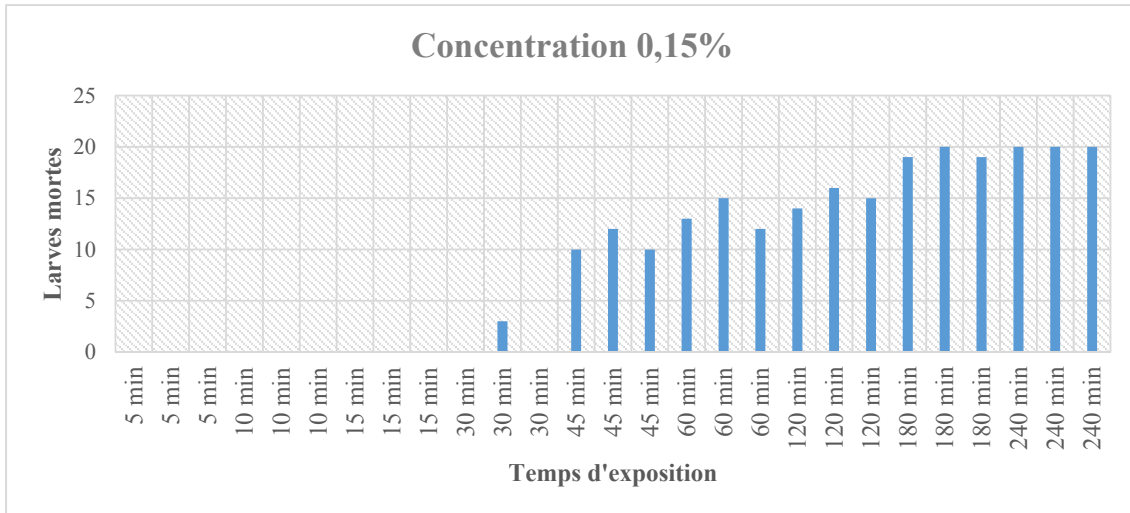


Figure 26: « Mortalités des larves soumises au Téméphos concentré à 0,15% »

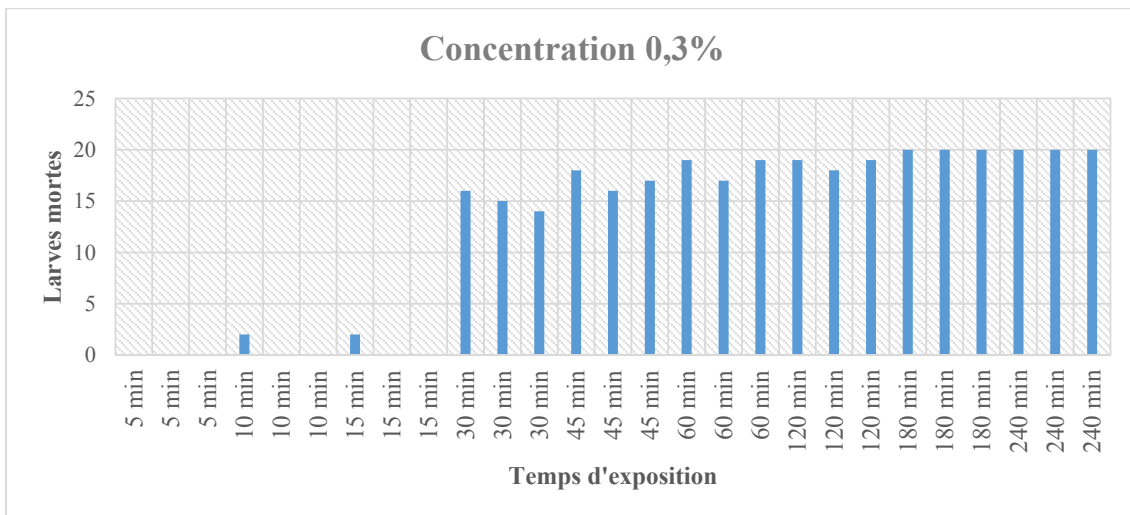


Figure 27: « Mortalités des larves soumises au Téméphos concentré à 0,30% »

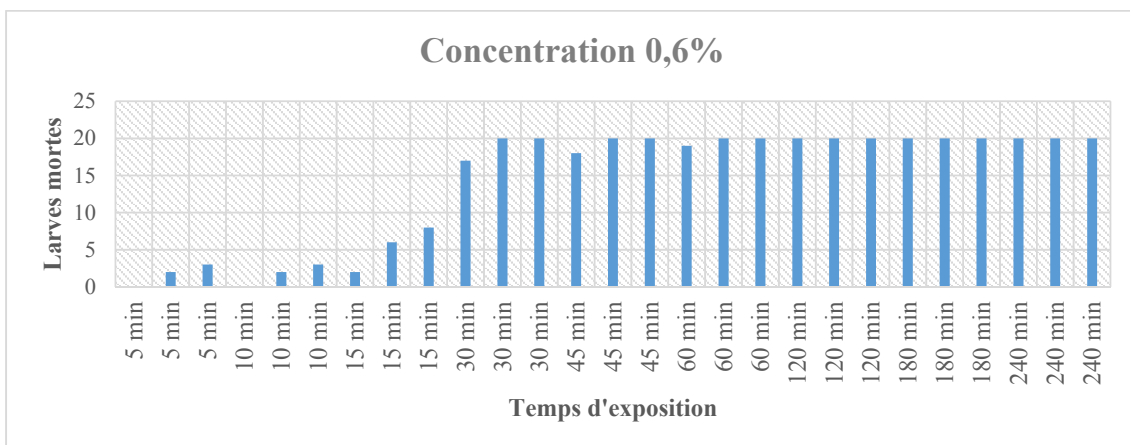


Figure 28: « Mortalités des larves soumises au Téméphos concentré à 0,60% »

Il apparait des figures (26, 27 et 28), qu'une durée d'exposition inférieure à 30 minutes n'est pas suffisante pour éliminer les larves en quantité et une durée supérieure à 45 minutes ne servirait à rien du moment qu'au bout de 45 minutes on obtient déjà des taux de mortalité supérieurs à 50% pour tous les dosages. De ce fait, le temps d'exposition optimale se situerait entre 30 et 45 minutes d'exposition, il ne servirait à rien de procéder à une analyse *probit* pour des temps d'exposition inférieurs ou supérieurs à cet intervalle, cependant, et pour confirmer cette conclusion, nous avons donc aux tests *probit* pour quatre durées d'exposition : 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes et 60 minutes :

2.1. Etude de l'effet dose après 15 minutes de traitement par le test probit:

Une estimation du nombre d'individus morts a été réalisée pour les trois doses testées après 15 minutes de traitements les résultats sont représentés dans le tableau 9 (les détails étant reportés à l'annexe n°2 -01) :

Tableau 9 : « Estimation de la mortalité des larves traités au Téméphos après 15 minutes d'exposition »

Dose	Testés	Morts
0,15	20	0
	20	0
	20	0
0,3	20	2
	20	0
	20	0
0,6	20	2
	20	6
	20	8

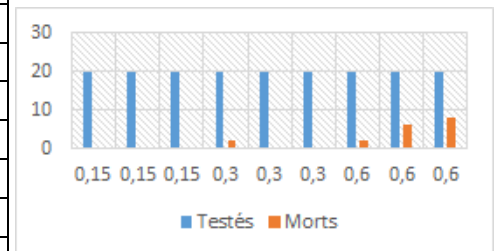


Tableau 10 : « Statistiques descriptives pour la durée d'exposition de 15 minutes »

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Morts	9	0	9	0,000	8,000	2,000	2,836
Log(Dose)	9	0	9	-0,824	-0,222	-0,523	0,246

Tableau 11 : « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 15 minutes »

Source	Valeur	Erreur standard	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²	Wald Borne inf. (95%)	Wald Borne sup. (95%)
Constante	0,306	0,357	0,734	0,392	-0,394	1,006
Log(Dose)	4,162	1,087	14,668	0,000	2,032	6,292

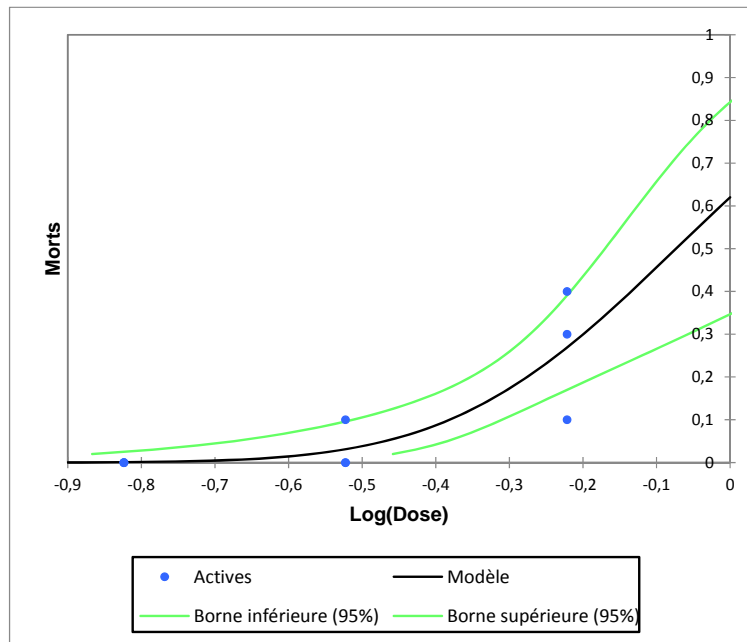


Figure 29: « Régression logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 15 min »

Tableau 12: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 15 minutes »

Probabilité	Dose	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%
0,01	0,233	0,100	0,313
0,05	0,340	0,212	0,412
0,10	0,416	0,307	0,490
0,20	0,530	0,444	0,655
0,30	0,632	0,535	0,876
0,40	0,734	0,607	1,158
0,50	0,844	0,676	1,521
0,60	0,971	0,748	2,008
0,70	1,128	0,832	2,712
0,80	1,345	0,940	3,864
0,90	1,716	1,109	6,328
0,95	2,098	1,271	9,523
0,99	3,058	1,637	20,536

- Le modèle est significatif étant donné que le coefficient Khi 2 est inférieur à 0,0001% (Tableau de l'hypothèse nulle), ce qui signifie que les variables apportent une quantité d'information significative pour expliquer la variabilité de la mortalité des larves sous l'effet de l'insecticide utilisé.
- Equation du modèle (Variable Morts) : $Morts (\%) = 0,306 + 4,162 \times \text{Log}(Dose)$
- Le DL50 pour une durée d'exposition de 15 minutes est de 0,85% en moyenne, avec un intervalle de 0,67% à 1,52%.

- Le DL 90 est quant à lui de 1,72% environ en moyenne, avec un intervalle de 1,11% à 6,32%.

2.2. Etude de l'effet dose après 30 minutes par le test probit:

Les résultats sont représentés dans le tableau 13 (les détails étant reportés à l'annexe n°2 -02) :

Tableau 13: « Estimation de la mortalité des larves soumises au Téméphos après 30 minutes d'exposition »

Dose	Testés	Morts
0,15	20	0
	20	3
	20	0
0,3	20	16
	20	15
	20	14
0,6	20	17
	20	20
	20	20

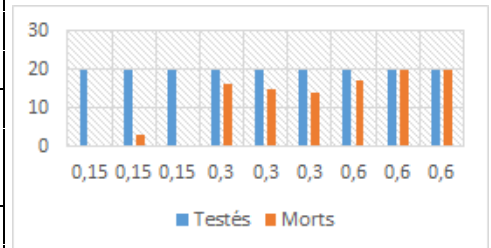


Tableau 14: « Statistiques descriptives pour la durée d'exposition de 30 minutes »

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Morts	9	0	9	0,000	20,000	11,667	7,839
Log(Dose)	9	0	9	-0,824	-0,222	-0,523	0,246

Tableau 15: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 30 minutes »

Source	Valeur	Erreur standard	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²	Wald Borne inf. (95%)	Wald Borne sup. (95%)
Constante	3,373	0,404	69,669	< 0,0001	2,581	4,165
Log(Dose)	5,713	0,671	72,600	< 0,0001	4,399	7,027

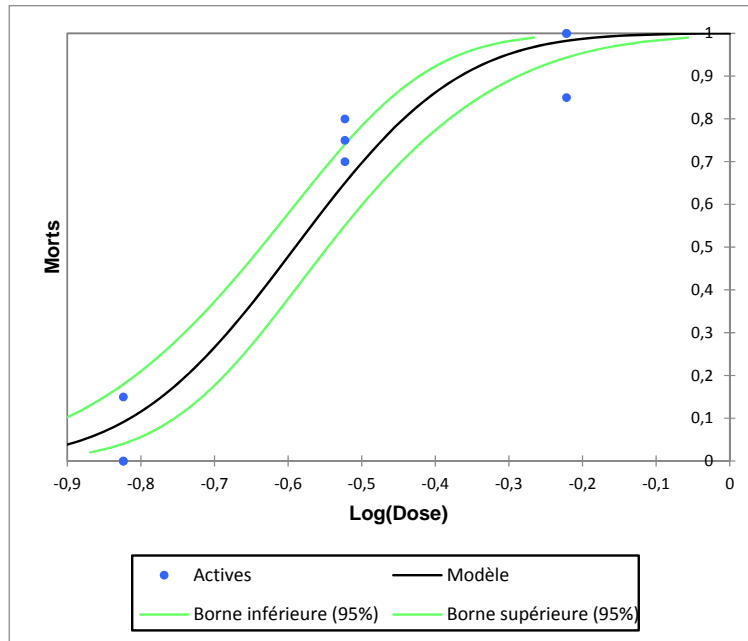


Figure 30: « Régression logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 30 min »

Tableau 16: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 30 minutes »

Probabilité	Dose	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%
0,01	0,101	0,073	0,123
0,05	0,132	0,104	0,155
0,10	0,153	0,125	0,176
0,20	0,183	0,156	0,206
0,30	0,208	0,182	0,231
0,40	0,232	0,206	0,257
0,50	0,257	0,231	0,284
0,60	0,284	0,257	0,317
0,70	0,317	0,286	0,358
0,80	0,361	0,323	0,416
0,90	0,430	0,379	0,516
0,95	0,498	0,430	0,619
0,99	0,656	0,542	0,877

- Le modèle est significatif étant donné que le coefficient Khi 2 est inférieur à 0,0001% (Tableau de l'hypothèse nulle), ce qui signifie que les variables apportent une quantité d'information significative pour expliquer la variabilité de la mortalité des larves sous l'effet de l'insecticide utilisé.
- Equation du modèle (Variable Morts) : $Morts (\%) = 3,373 + 5,71 \times \text{Log}(Dose)$

- Le DL50 pour une durée d'exposition de 30 minutes est de 0,26% en moyenne, avec un intervalle de 0,23% à 0,28%.
- Le DL 90 est quant à lui de 0,43% environ en moyenne, avec un intervalle de 0,38% à 0,52%.

2.3. Etude de l'effet dose après 45 minutes par le test probit:

Les résultats sont représentés dans le tableau 17 (les détails étant reportés à l'annexe n°2 -03) :

Tableau 17: « Estimation de la mortalité des larves soumises au Téméphos après 45 minutes d'exposition »

Dose	Testés	Morts
0,15	20	10
	20	12
	20	10
0,3	20	18
	20	16
	20	17
0,6	20	18
	20	20
	20	20

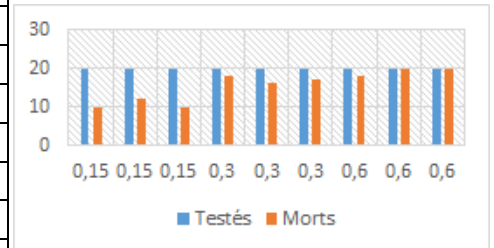


Tableau 18: « Statistiques descriptives pour la durée d'exposition de 45 minutes » (annexe)

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Morts	9	0	9	10,000	20,000	15,667	3,782
Log(Dose)	9	0	9	-0,824	-0,222	-0,523	0,246

Tableau 19: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 45 minutes »

Source	Valeur	Erreur standard	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²	Wald Borne inf. (95%)	Wald Borne sup. (95%)
Constante	2,550	0,369	47,664	< 0,0001	1,826	3,273
Log(Dose)	2,975	0,548	29,427	< 0,0001	1,900	4,050

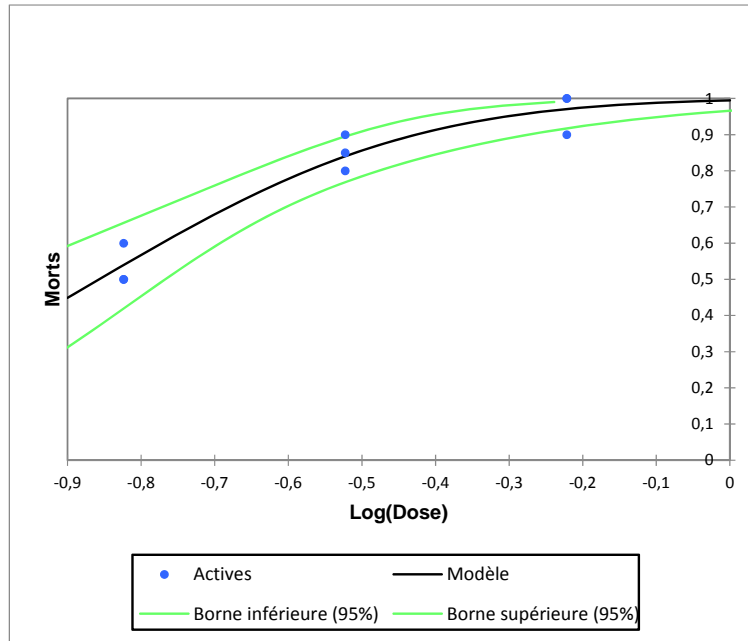


Figure 31: « Régression logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 45 min »

Tableau 20: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 45 minutes »

Probabilité	Dose	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%
0,01	0,023	0,006	0,043
0,05	0,039	0,014	0,064
0,10	0,052	0,022	0,079
0,20	0,072	0,036	0,102
0,30	0,093	0,053	0,123
0,40	0,114	0,073	0,145
0,50	0,139	0,097	0,171
0,60	0,169	0,129	0,203
0,70	0,209	0,169	0,250
0,80	0,267	0,223	0,333
0,90	0,375	0,306	0,533
0,95	0,497	0,384	0,809
0,99	0,841	0,577	1,811

- Le modèle est significatif étant donné que le coefficient Khi 2 est inférieur à 0,0001% (Tableau de l'hypothèse nulle), ce qui signifie que les variables apportent une quantité d'information significative pour expliquer la variabilité de la mortalité des larves sous l'effet de l'insecticide utilisé.
- Equation du modèle (Variable Morts) : $Morts (\%) = 2,55 + 2,976 \times \text{Log}(Dose)$.
- Le DL50 pour une durée d'exposition de 45 minutes est de 0,14% en moyenne, avec un intervalle de 0,097% à 0,171%.

- Le DL 90 est quant à lui de 0,375% environ en moyenne, avec un intervalle de 0,31% à 0,53%.

2.4. Etude de l'effet dose après 60 minutes par le test probit:

Les résultats sont représentés dans le tableau 21 (les détails étant reportés à l'annexe n°2 -04) :

Tableau 21: « Estimation de la mortalité des larves soumises au Téméphos après 60 minutes d'exposition »

Dose	Testés	Morts
0,15	20	13
	20	15
	20	12
0,3	20	19
	20	17
	20	19
0,6	20	19
	20	20
	20	20

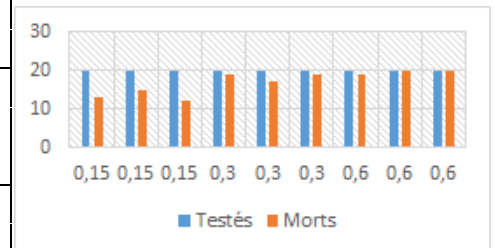


Tableau 22: « Statistiques descriptives pour la durée d'exposition de 60 minutes »(Annexe)

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Morts	9	0	9	12,000	20,000	17,111	2,893
Log(Dose)	9	0	9	-0,824	-0,222	-0,523	0,246

Tableau 23: « Paramètres du modèle (variable Mort) pour la durée d'exposition de 60 minutes »

Source	Valeur	Erreur standard	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²	Wald Borne inf. (95%)	Wald Borne sup. (95%)
Constante	2,866	0,456	39,554	< 0,0001	1,973	3,759
Log(Dose)	2,938	0,650	20,452	< 0,0001	1,665	4,211

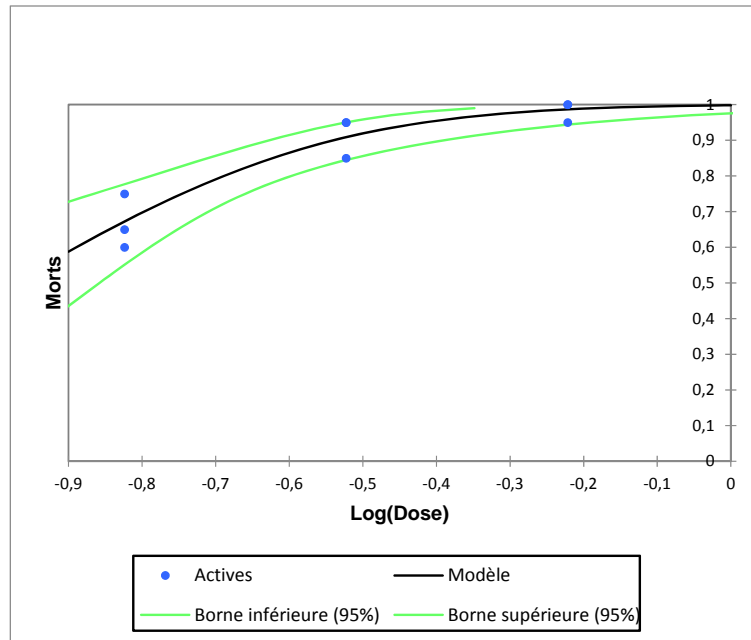


Figure 32: « Régression logistique de Morts par Log(Dose) pour la durée de 60 min »

Tableau 24: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour la durée d'exposition de 60 minutes »

Probabilité	Dose	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%
0,01	0,017	0,002	0,037
0,05	0,029	0,006	0,054
0,10	0,039	0,010	0,067
0,20	0,055	0,019	0,085
0,30	0,070	0,029	0,102
0,40	0,087	0,042	0,119
0,50	0,106	0,059	0,139
0,60	0,129	0,082	0,162
0,70	0,160	0,114	0,195
0,80	0,205	0,163	0,253
0,90	0,289	0,236	0,408
0,95	0,384	0,300	0,647
0,99	0,655	0,448	1,613

- Le modèle est significatif étant donné que le coefficient Khi 2 est inférieur à 0,0001% (Tableau de l'hypothèse nulle), ce qui signifie que les variables apportent une quantité d'information significative pour expliquer la variabilité de la mortalité des larves sous l'effet de l'insecticide utilisé.
- Equation du modèle (Variable Morts) : $Morts (\%) = 2,865 + 2,938 \times \text{Log}(Dose)$
- Le DL50 pour une durée d'exposition de 60 minutes est de 0,11% en moyenne, avec un intervalle de 0,06% à 0,14%.

- Le DL 90 est quant à lui de 0,29% environ en moyenne, avec un intervalle de 0,24% à 0,41%.

Pour affiner davantage la durée d'exposition optimale, nous procéderons à une analyse probit en ne prenant en considération que les valeurs des temps d'exposition de 30 et de 45 minutes. Par ailleurs, nous allons poser l'hypothèse que l'effet « durée d'exposition » est positivement corrélé avec la mortalité de larves, et ce à cause du fait que le logiciel XLSTAT ne prend pas en considération une troisième variable. Notons que nous avons évité de procéder de la sorte avec l'ensemble des données (toutes les doses et toutes les durées d'exposition), afin d'éviter d'éventuelles conclusions erronées :

2.5. Etude de l'effet dose pour un intervalle de temps de 30 à 45 minutes par le test probit:

Tableau 25: « Statistiques descriptives pour les durées d'exposition de 30 et 45 minutes agrégées »

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Mort	18	0	18	0,000	20,000	14,222	6,697
Log(Dose)	18	0	18	-0,824	-0,222	-0,523	0,246

Equation du modèle (Variable Mort) : $Mort (\%) = (3,19 + 4,31 \times \text{Log}(Dose))$

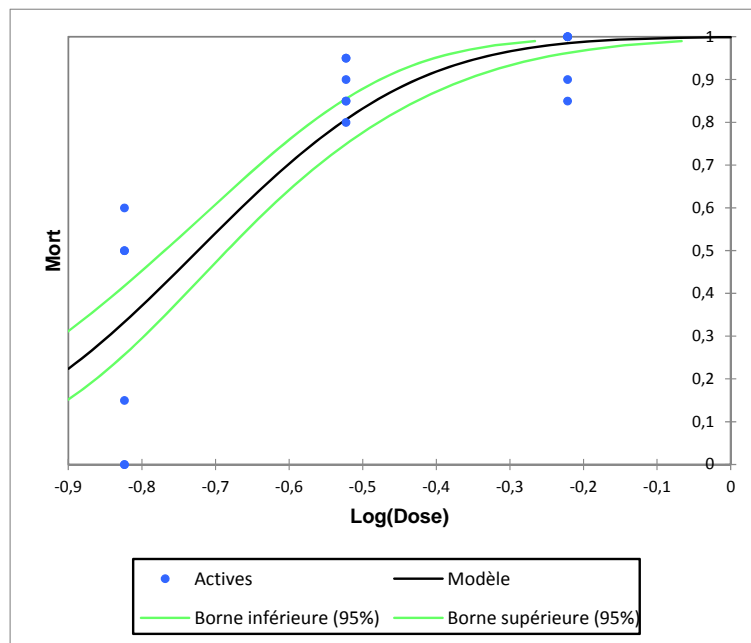


Figure 33: « Régression logistique de Morts par Log(Dose) pour les durée de 30 min-45 minutes agrégées »

Tableau 26: « Analyse des probabilités après ajustement du modèle (Variable Morts) pour les durées d'exposition de 30 et 45 minutes agrégées »

Probabilité	Concentration	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%
0,01	0,055	0,038	0,070
0,05	0,078	0,060	0,095
0,10	0,095	0,076	0,112
0,20	0,121	0,101	0,137
0,30	0,143	0,123	0,160
0,40	0,165	0,146	0,182
0,50	0,189	0,170	0,207
0,60	0,216	0,197	0,236
0,70	0,250	0,229	0,275
0,80	0,296	0,269	0,332
0,90	0,375	0,334	0,437
0,95	0,455	0,396	0,551
0,99	0,655	0,542	0,857

Les résultats détaillés sont reportés à l'annexe n°2 -05). Le modèle est significatif étant donné que le coefficient Khi 2 est inférieur à 0.0001% (Tableau de l'hypothèse nulle), ce qui signifie que les variables apportent une quantité d'information significative pour expliquer la variabilité de la mortalité des larves sous l'effet de l'insecticide utilisé.

Le DL50 est de 0,189% de concentration en moyenne, avec un intervalle de 0,170% à 0,207%. Le DL 90 est quant à lui de 0,375% environ en moyenne, avec un intervalle de 0,334% à 0,437%.

3. Dosage des protéines totaux et des matières grasses chez les témoins et traités de *C.pipiens* :

3.1. Dosage des protéines :

Le dosage des protéines est obtenu par la formule :

$$Prot (\%) = \frac{0,014 \times (V_1 - V_0)}{m} \times 100$$

Où :

N : Normalité de l'acide utilisé (Acide Borique).

V_0 : Volume de l'acide versé pour le blanc (témoin) (en ml).

V_1 : Volume de l'acide versé pour l'échantillon (en ml).

F : Indice de conversion de l'organisme étudié ou de la famille d'appartenance et égale à 2 en moyenne pour les insectes (Lavalette, 2014).

m : Masse de l'échantillon (en g).

- Pour le témoin (larves non soumises à l'action de l'insecticide):

$$Prot (\%) = \frac{0,014 \quad 0,25 \quad 1,04 \quad 2}{0,5} \quad 100 = \mathbf{1,4\%}$$

- Pour les larves soumises à l'action de l'insecticide:

$$Prot (\%) = \frac{0,014 \quad 0,25 \quad 2,56 \quad 2}{0,5} \quad 100 = \mathbf{2,9\%}$$

On constate donc une augmentation du (%) masse des protéines de l'ordre de :

$$Augmentation \text{ protéines } (\%) = \frac{2,92 - 1,45}{1,45} \quad 100 = \mathbf{+10\%}$$

3.2. Dosage de la matière grasse :

Le dosage de la matière grasse est obtenu par la formule :

$$MG (\%) = \frac{p - B_v}{E} \quad 100$$

Où :

B_p : Poids du bécher plein (en gr).

B_v : Poids du bécher vide (en gr).

E : Poids de l'échantillon (en gr).

- Pour le témoin (larves non soumises à l'action de l'insecticide):

$$MG (\%) = \frac{87,28 - 87,20}{4,49} \quad 100 = \mathbf{1,7\%}$$

- Pour les larves soumises à l'action de l'insecticide :

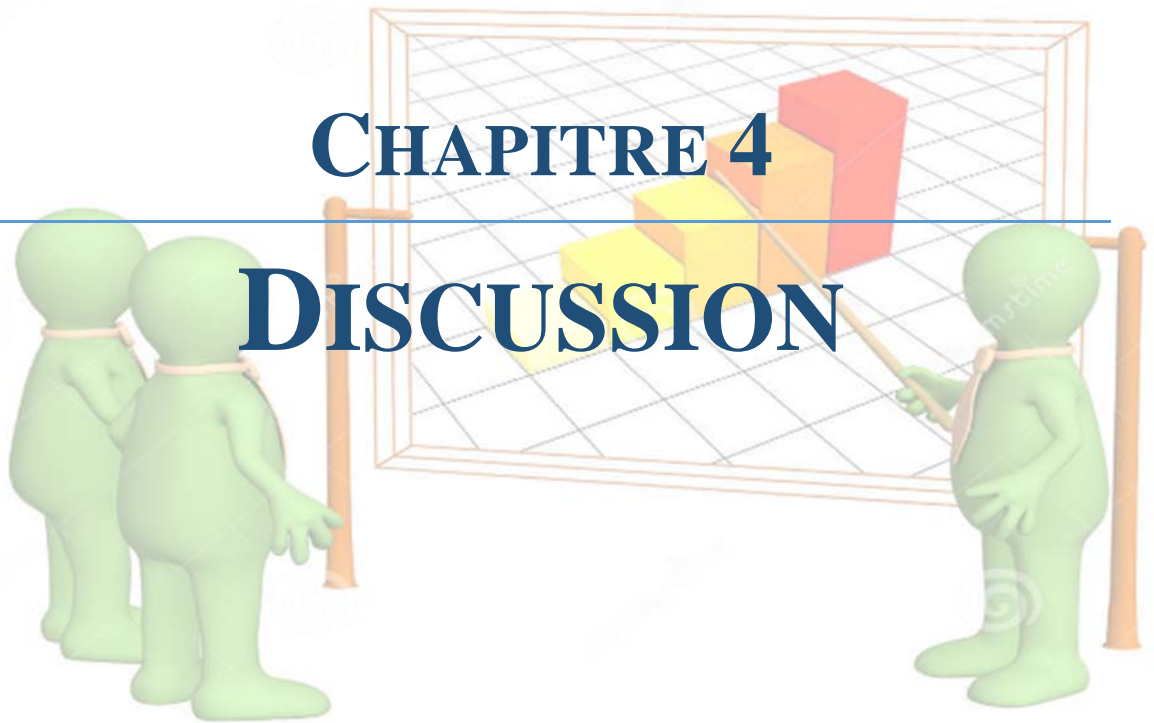
$$MG (\%) = \frac{88,971 - 88,586}{4,49} \quad 100 = \mathbf{3, \%}$$

On constate donc une augmentation de la masse de matières grasses de l'ordre de :

$$Augmentation \text{ la } (\%) = \frac{3,78}{,78} \times 100 = \mathbf{+116\%}.$$

CHAPITRE 4

DISCUSSION



CHAPITRE 4 : DISCUSSION

1. Abondance et Occurrence des espèces de *Culex* collectées :

L'espèce la plus abondante dans les échantillons collectés est *Culex pipiens* avec un taux de 52% (figure 25), suivie de *Culex thilieni* et à une moindre mesure *Culex modestus* et *Culex laticinctus*. Tous les échantillons analysés, au nombre de 10, contenaient des spécimens de *Culex pipiens*, avec une fréquence d'occurrence de 100% .présentant un statut omniprésent par rapport aux autre espèces dont *C.teileni* qui est régulière, tandis que *C. modestus* et *C. laticinctus* sont des espèces à occurrence accidentelle ou rare dans cette région.

L'abondance de *Culex pipiens* et son caractère cosmopolite sont confirmés par Berchi (2000) et Tahraoui (2012), entre autres. Concernant *Culex thilieni*, sa présence a déjà été constatée dans la région de Reghaia (Lounaci, 2003). Le cas de *Culex modestus* est par contre plus préoccupant, car il est le vecteur du virus du Nil et sa présence commence à être signalée un peu partout dans le bassin méditerranéen : au sud de l'Europe et en Angleterre (Golding et al. 2012), en France (Pradel et al. 2009) et plus proche de nous, au Maroc (Bailly-Choumara, 1968) où même *Culex laticinctus* est signalée (Hadji et al. 2013).

2. L'effet dose du Téméphos sur les larves de *Culex pipiens*:

2.1. Effet dose après 15 minutes de traitement par le test probit:

Le DL50 pour une durée d'exposition de 15 minutes est de 0,85% en moyenne et le DL 90 est quant à lui de 1,72% environ. Cette dernière valeur est très supérieure à celles utilisées dans l'expérimentation (0,6%). Par ailleurs, le nombre moyen de larves mortes est de 2, soit 10% du total, ce qui signifie que cette durée n'est pas suffisante pour venir à bout des larves de *Culex*.

2.2. Effet dose après 30 minutes de traitement par le test probit:

Le DL50 pour une durée d'exposition de 30 minutes est de 0,26% en moyenne et le DL 90 est quant à lui de 0,43% environ. Le nombre moyen de larves mortes est de 11,67, soit 58% du total, on pourrait donc supposer qu'il s'agit là d'une borne inférieure de temps pour que l'insecticide utilisé démontre son efficacité vis-à-vis larves de *Culex*.

2.3. Effet dose après 45 minutes de traitement par le test probit:

Le DL50 pour une durée d'exposition de 45 minutes est de 0,14% en moyenne et le DL 90 est quant à lui de 0,375% environ. Le nombre moyen de larves mortes est de 15,67, soit 78% du total, c'est au cours de cette durée donc que l'insecticide atteint son niveau d'action optimal vis-à-vis larves de *Culex*.

2.4. Etude de l'effet dose après 60 minutes par le test probit:

Le DL50 pour une durée d'exposition de 60 minutes est de 0,11% en moyenne et le DL 90 est quant à lui de 0,29% environ et le nombre moyen de larves mortes est de 17, soit 85% du total.

2.5. Etude de l'effet dose pour un intervalle de temps de 30 à 45 minutes par le test probit:

Notre hypothèse est confirmée, à savoir que la durée d'exposition optimale des larves de *Culex pipiens* au Téméphos est de 30 à 45 minutes. Moins de cet intervalle entraîne une faible mortalité et un intervalle supérieur donne des résultats quasi identiques à ceux de 60 minutes. Quant aux doses qui fournissent les meilleurs résultats dans cet intervalle : Le DL50 est de 0,189% de concentration en moyenne, avec un intervalle de 0,170% à 0,207%. Le DL 90 est quant à lui de 0,375% environ en moyenne, avec un intervalle de 0,334% à 0,437%. Ces valeurs et notamment celles du DL 90 sont assez proches de celles obtenues avec les tests probit des durées 30 minutes et 45 minutes pris séparément.

Ces résultats concernant la DL50 sont assez proches de ceux obtenus par Abai et *al.* (2015), qui en étudiant la dose optimale pour la « pulvérisation résiduelle intérieure » en Iran (moustiquaires imprégnées de Téméphos) : 0,1838 %.

De plus, Cetin et *al.* (2006), à travers des expériences menées sur l'activité larvicide du Chlorpyrifos-méthyl et du Téméphos par rapport *Culex pipiens* dans des fosses septiques à Antalya en Turquie, ont démontrés que les différences d'effets constatés en variant les doses (0,02% ; 0,04% et 0,06%) ou la durée d'effet (14 jours et 21 jours), sont dues à l'addition quotidienne d'eau et de matière organique dans les fosses septiques et donc à la dilution du larvicide, ce qui démontre l'intérêt de la détermination de la durée d'exposition optimale.

3. Dosage des protéines et des matières grasses chez les témoins et traités de *Culex pipiens* :

3.1. Les protéines brutes :

Les insectes résistants peuvent détoxifier ou détruire la toxine plus rapidement que les insectes sensibles, ou empêcher la toxine d'atteindre des sites cibles en le liant aux protéines dans leur corps. La résistance métabolique est le mécanisme le plus commun, et les insectes résistants peuvent posséder des niveaux plus élevés ou des formes plus efficaces d'enzymes (Estérases, Cytochrome-P450, Les glutathion-S-transférases) qui décomposent les insecticides à des composés non toxiques (Devika et *al.*, 2008). Et étant donné la nature protéique des enzymes, ceci explique l'augmentation de la teneur protéique constaté (+101%).

Ces résultats rejoignent aussi ceux obtenus par Ben Chikhi et Pasteur (1993), qui ont menés en Tunisie une étude sur la résistance du *Culex pipiens* vis-à-vis du téméphos et ont observés une résistance chez les larves, résultat d'une synthèse d'un inhibiteur d'estérase (DEF). Par ailleurs, deux autres ensembles de plus-produit estérases (A2-82 et A4-B4)-, connus pour être impliqués dans la résistance, ont été identifiés chez presque 50% des insectes examinés traités par le Téméphos et plus généralement par les insecticides organophosphorés.

Par ailleurs, Muthusamy et Shivakumar (2015), ont à travers une expérimentation sur la « sensibilité de base » des larves de *Culex quinquefasciatus*, ont observés eux aussi une activité accrue de l'Acétylcholinestérase (AChE), du Glutathion réductase (GR) et de l'estérase chez les larves traités par du Téméphos et par la X- cyhalothrine.

3.2. Les matières grasses :

L'augmentation du taux de matière grasse constaté (+116%) pourrait être expliquée comme étant un mécanisme de résistance pouvant augmenter la concentration de lipides à l'intérieur de la larve et perturber ainsi la pénétration du pesticides par la diffusion simple. En effet, la lutte chimique en générale provoque l'apparition d'un phénomène de résistance qui s'installe selon divers mécanismes et de façon endémique (El Ouali et al. 2014), dont la modification des caractères biochimique et métaboliques de l'organisme traité ou encore les modifications de la pénétration de l'insecticide à travers la cuticule, et qui ont été décrites chez divers insectes : Hauburge et Amichot (1998) que des souches résistantes de *Musca domestica*, contiendraient plus de phospholipides au niveau de la cuticule que les souches sensibles.

Du point de vue mécanistique, le passage de l'insecticide au travers de l'exosquelette et de la chitine des insectes s'effectue selon les lois de diffusion simple et de filtration. Il utilise les voies d'absorption physiologique de l'oxygène et des nutriments, qui constitue l'un des principaux paramètres intervenant sur le taux de pénétration, comme ça a été rapporté par Magnin et al (1985) dans leur étude sur les mécanismes de résistance aux insecticides constatés chez les acariens et d'autres insectes dont le *Culex*.

CONCLUSION

CONCLUSION

Compte tenu des risques sanitaires que constituent les moustiques, il est nécessaire de lutter contre leur prolifération. La méthode de lutte la plus utilisée en Algérie est bien évidemment la lutte chimique. Divers produits sont utilisés, dont le Téméphos, employé depuis plus de 10 ans par l'établissement d'hygiène urbaine d'Alger (URBAL).

Cependant, il convient de fixer des dosages plus ou moins précis pour une action optimale et de déterminer la durée d'effet minimale, afin éviter le gaspillage (plus d'insecticides qu'il n'en faut) et une éventuelle pollution chimique.

Les principales espèces de *Culex* recensés dans la zone de Bab-ezzouar, sont au nombre de quatre : *Culex pipiens*, espèce la plus abondante, suivie de *Culex theileri* et deux espèces plus rares, *Culex modestus* et *Culex laticinctus*.

Concernant l'action du Téméphos, il semblerait au vu des résultats obtenus qu'il atteint son efficacité optimale à partir de 30 minutes et jusqu'à 45 minutes d'exposition, où le taux de mortalité oscille entre 58% et 78%. Quant au dosage optimal dans cet intervalle de temps, il serait selon nos expériences de l'ordre de 0,189% de concentration en moyenne, avec un intervalle de 0,170% à 0,207% pour un DL50, et de 0,375% en moyenne, avec un intervalle de 0,334% à 0,437% pour un DL 90 ; ce qui est bien au-delà des dosages utilisés par URBAL, à savoir : 0,125% en cas d'infestation sévère, 0,08% en cas d'infestation moyenne et 0,06% en cas de faible infestation. Conclusion : un gaspillage certes, mais non pas par surplus, mais plutôt par l'utilisation de doses insuffisantes et donc relativement inefficaces.

Par ailleurs et comme toute lutte chimique contre des organismes nuisibles provoque l'apparition d'un phénomène de résistance, il apparaît au vu des résultats obtenus, que les larves de *Culex pipiens* développent une double résistance : la première consiste en l'augmentation de la concentration de lipides à l'intérieur de la larve et perturber ainsi la pénétration du pesticides par la diffusion simple ; et la seconde, une augmentation de la teneur en protéines brutes des larves, traduite par une grande production d'enzymes qui décomposent les insecticides à des composés non toxiques.

Ces types de résistances peuvent être la conséquence directe du sous-dosage lors des traitements par Téméphos (Traoré et al. 1982).

Aussi, il serait souhaitable d'utiliser dans la lutte chimique contre les larves de moustiques, une mosaïque d'insecticides au lieu d'un seul et en doses suffisantes, d'en espacer l'utilisation et d'en réduire la durée d'exposition (45minutes, voir 60 minutes) pour éviter que le contact prolongé ne favorise davantage la résistance des larves vis-à-vis des insecticides. Aussi et en guise de continuité de ce travail, il serait judicieux de pratiquer des expériences relatives à la détermination de la nature des enzymes produites par les larves et ainsi de mettre au point des insecticides plus performants et qui contourneraient leurs mécanismes de résistance.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABAI R, BOJD A AND VATANDOOST H (2015), « Evaluation Of Temephos Against Anopheles Stephensi And Culex Pipiens Larvae in Iran », Journal of Arthropod-Borne Diseases, December 2015.
- ANDREO V, MICHEL F (2003), « L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampooing à 0,07% de deltaméthrine sur un moustique du complexe Culex pipiens », Editions de l'université Paul Sabatier, Toulouse, 126 p.
- AYITCHEDJI A.M (1990), « Bioécologie d'Anopheles melas et de Anopheles gambiae s.s. Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin ». Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou. 76 p.
- BAILLY-CHOUMARA H (1968), « Contribution à l'étude des moustiques au Maroc (Diptera, Culcidae) : Six nouvelles espèces nouvelles pour le pays », Cahiers ORSTOM, série Entomologie médicale, vol. VI, n°02, 139:144
- BEN CHIKHI H ET PASTEUR N (1993), « Resistance to Temephos, an Organophosphorous insecticide, in Culex pipiens from Tunisia, North Africa », Journal of the American Mosquito Control Association, 9(3'), 335:337
- BERCHI S (2000), « Bioécologie de Culex pipiens L. (Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés ». Thèse de Doctorat en Sciences, Soutenue à l'université de Constantine (Algérie), 133 p.
- BRUNHES J, HASSAINE K, RHAÏM A ET HERVY JP (2000), « Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne : espèces présentes et répartition (Diptera, Nématocera) ». Bull. Soc Ent. France, 105 (2), 195:204.
- BUSSIERAS J, CHERMETTE R (1991), « Parasitologie vétérinaire, Entomologie », Service de parasitologie ; ENVA, 1991, 58:61.
- CANDACE S, HALLIWELL R (2001), « The ACVD task force on canine atopic dermatitis (XI): The relationship between arthropod hypersensitivity and atopic dermatitis in the dog », Veterinary Immunology and Immunopathology 81(3-4), 233:237.
- CARNEVALE P, ROBERT V, MANGUIN S, CORBEL V, FONTENILLE D, GARROS C, ROGIER C, ROUX J (2009), « Les anophèles : biologie, transmission du *Plasmodium* et lutte antivectorielle » IRD Marseille, 391 p.
- CETIN H, YANIKOGLU A, KOCAK O, CILEK J (2006), « Evaluation of Temephos and chlorpyrifos-methyl against Culex pipiens (Diptera: Culicidae) larvae in septic tanks in Antalya, Turkey », Journal of Medical Entomology, 2006 Nov; 43(6), 1195:1199
- CHANDRE F, DARRIET F, DOANNIO JM, RIVIÈRE F, PASTEUR N ET GUILLET P (1997), « Distribution of organophosphate and carbamate resistance in Culex pipiens
-

- quinquefasciatus (Diptera: Culicidae) in West Africa, *Journal of Medical Entomologie* », Nov;34(6), 664:71.
- CIOTA A, MATACCHIERO A, KILPATRICK M AND KRAMER LET (2014), « The Effect of Temperature on Life History Traits of Culex Mosquitoes », *Journal of Medical Entomology*. Jan; 51(1), 55:62.
- DAJOZ R (1975), « Précis d'Ecologie » , Troisième édition, édition Dunod, Paris, 549 p.
- DARRIET F (1998), « La lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies : l'évaluation de nouveaux insecticides utilisables contre les moustiques en Afrique tropicale », Karthala ORSTOM, 114 p.
- DELAUNAY P, FAURAN P ET MARTY P (2001), « Les moustiques d'intérêt médical », *Revue Française des Laboratoires*, vol. 2001, n° 338, Décembre 2001, 27:36.
- DEVIKA M, PERERA B, HEMINGWAY J AND PARAKRAMA K (2008), « Multiple insecticide resistance mechanisms involving metabolic changes and insensitive target sites selected in anopheline vectors of malaria in Sri Lanka », *In Malaria Journal* 2008, 167:168.
- EHRHARDT N (2006), « Etude de l'activité d'une formulation à 50% de deltaméthrine sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion : résistance et rémanence », Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 98 p.
- EL OUALI A, EL AKHAL F, EL AMRI N, MANIAR S ET FARAJ C (2014), « État de la résistance du moustique *Culex pipiens* vis-à-vis du téméphos au centre du Maroc », *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, August 2014, Volume 107, Issue 3, pp 194:198.
- FARAJ C, ADLAOUI E, BRENGUES C, FONTENILLE D, LYAGOUBI M (2008), « Résistance des *Anopheles labranchiae* au DDT au Morocco: identification des mecanismes et des choix d'un insecticide de remplacement », *East Mediterr Health J*. 2008 Jul-Aug;14(4) , 776 :83.
- FARAJ C, ELKOHLI M AND LYAGOUBI M (2006), « The gonotrophic cycle of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), West Nile virus potential vector, in Morocco: evaluation of its duration in laboratory», *Bull Soc Pathol Exot*. 2006 May; 99(2), 119:121.
- FRONTIER S (1983), « Stratégies d'échantillonnage en écologie », Les Presses de L'Université Laval, Québec, 494 p.
- GOLDING N, NUNN M, MEDLOCK J, PURSE B, VAUX A AND SCHAFER S (2012), « West Nile virus vector *Culex modestus* established in southern England », *Parasites & Vectors* 2012, 5:32.
- GUILLAUMOT L (2005), « Les moustiques et la dengue », Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie, 22 p.
-

- GUNAY F, ALTEN B, OZSOY E (2011), « Narrow-sense heritability of body size and its response to different developmental temperatures in *Culex quinquefasciatus* », *Journal of Vector Ecology* 36(2), 348:354.
- GUYATT H, SNOW R AND EVANS D (1999), « Malaria epidemiology and economics: the effect of delayed immune acquisition on the cost-effectiveness of insecticide-treated bednets », *Phil, Trans, R Soc Land* (1999) 354, 827:835.
- HADJI M, BELGHYTI D, ELOMARI F, EL ASSAL M ET EL MARSINI M (2013), « Étude de la dynamique stationnelle des populations des culicidés dans la province de Sidi Slimane (Maroc) », *Afrique Science*, Vol 9, n°1 (2013) 354, 128:139.
- HASSAINE K (2002), « Bioécologie et biotypologie des Culidae de l'Afrique méditerranéenne : biologie des espèces les plus vulnérables (*Ae. caspius*, *Ae. detritus* et *c. pipiens*) dans la région occidentale de l'Algérie ». Thèse de doctorat en sciences, soutenue à l'université de Tlemcen (Algérie).
- HAUBRUGE E ET AMICHOT M (1998), « Compréhension des mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les Insectes et les Acariens ». *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, Vol.3, 161:174.
- HUBÁLEK Z AND HALOUZKA J, « West Nile fever-a re-emerging mosquito-borne viral disease in Europe ». *Emerg Infect Dis*. 1999 Sep-Oct; 5(5), 643:650.
- KETLER D (1995), « Medical and veterinary entomology », 2^{ème} édition, CAB International, Wellington, 725 p.
- LAVALETTE M (2014), « Les insectes : une nouvelle ressource en protéines pour l'alimentation humaine », thèse d'Etat de Docteur en Pharmacie, soutenue à la faculté de pharmacie de l'université de Lorraine (France), 87 p.
- LE GUENNO B, BOUGERMOUH A, AZZAM T, BOUAKAZ R (1996), « West Nile: a deadly virus? », *Lancet*. 1996 Nov 9;348(9037), 1315:1315.
- LOCKWOOD J, BYFORD R, STORY R, SPARKS T, QUISENBERRY S (1985), « Behavioral Resistance to the Pyrethroids in the Horn Fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) », *Environmental Entomology*, n°14, 873:880.
- LOUNACI Z (2003), « Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera Nematocera) en milieu rural et agricole ». Thèse de Magister soutenue à l'Institut National d'Agronomie, El Harrach (Algérie).
- MAGNIN M, FOURNIER N ET PASTEUR N (1985), « Mécanismes physiologiques de la résistance des insectes aux insecticides », In *Cahiers ORSTOM, Série Entomologie Médicale et Parasitologie*, vol. XXIII, n°04, 273:280.
- MUTHUSAMY R AND SHIVAKUMAR M (2015), « Effect of lambda cyhalothrin and temephos on detoxification enzyme systems in *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) ».
- MESSAI N, BERCHI S, BOULKNAFD F AND LOUADI K (2010), « Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie) », *Entomologie faunistique*, Volume 63, Numéro 3 - 3e trimestre, 203:206.
-

- OMS (1999), « *La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire* », Sous la direction de Jan A. Rozendaal, 449 p.
- OMS (2003), « Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs. Guide du stagiaire », Ed Provisoire. Genève. 2003;18(1):1–102. Partie I.
- OMS (2007), « La mobilisation sociale pour la prévention et la lutte contre les arboviroses (la dengue) », Colloque Chikungunya et autres arboviroses en milieu tropical Saint-Pierre, La Réunion, France, 3 et 4 Décembre 2007.
- OMS (2014), « Entomologie du paludisme et lutte antivectorielle. Guide du participant ». Genève, 200 p.
- PENNETIER C (2008), « Interactions entre insecticides non-pyréthroïdes et répulsifs pour la lutte contre *Anopheles gambiae* : mécanismes, efficacité et impact sur la sélection de la résistance ». Thèse de doctorat en Biologie des populations soutenue à l'université de Montpellier, 207 p.
- PHILOGENE B (1991), « L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. La lutte anti-acridienne ». Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 269:278.
- PRADEL J, MARTIN T, REY D, FOUSSADIER R ET BICOUT DJ (2009), « Is *Culex modestus* (Diptera: Culicidae), vector of West Nile virus, spreading in the Dombes area, France? », *Journal of Medical Entomology*, 2009 Nov, 46(6), 1269:1281.
- POIRIE M ET PASTEUR N (1991), « La résistance aux insecticides », *La Recherche*, 22(234), 874:881.
- RAMADE F (2007), « Introduction à l'écotoxicologie, Fondements et applications », LAVOISIER / TEC ET DOC, 618 p.
- REGNIERE J (2009), « Prédire la répartition continentale des insectes à partir de leur physiologie », *In Unsalyva n°231/232 (Adaptation au changement climatique)*, Vol.60,1-2, 37:42.
- RIOUX J (1958), « Les culicides du midi méditerranéen : étude systématique et écologique », Ed. Lechevalier ; Paris, 223 p.
- RODHAIN F ET PEREZ C (1985), « Précis d'entomologie médicale et vétérinaire », Editions Maloine, Paris, 458 p.
- ROTH M (1980), « Initiation la morphologie, la systématique et la biologie des insectes », Publications de l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer (ORSTOM), Paris. 259 p.
- ROUBAUDE (1933), « Essai synthétique sur la vie du moustique commun *Culex pipiens* ». *Ann Sc Nat Bot Zool* 16, 165:168
- ROUBAUDE (1939), « Le pouvoir autogène chez le biotype nordafricain du moustique commun *Culex pipiens* ». *Bull Soc Pathol Exot* 32, 172:175
-

- SCHUFFENECKER I, PEYREFITTE C, EL HARRAK M, MURRI S, LEBLOND A, AND ZELLER H (2003), « West Nile Virus in Morocco », *Emerg Infect Dis.* 2005 Feb; 11(2),306:309.
- SERVICE, M.W (1980), «Effects of wind on the behaviour and distribution of mosquitoes and blackflies», *International Journal of Biometeorology*», (1980), 24:347.
- SODERLUND D (1997), « Molecular Mechanisms of Insecticide Resistance », *Chemistry of Plant Protection*, Springer Ed.Vol. 13, 21:56.
- SU T, MULLA MS (2001), « Effects of temperature on development, mortality, mating and blood feeding behavior of *Culiseta incidens* (Diptera: Culicidae) », *Journal Vector Ecol.* 2001;26, 83:92.
- TAHRAOUI C (2012), « Abondance saisonnière des Culcidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala : identification et lutte ». Thèse de magister soutenue à l'université Badji Mokhtar d'Annaba (Algérie).
- TRAORE-LAMIZANA M, BERL D ET CHAUVET G (1982), « Apparition d'une résistance au Temephos dans le complexe *Simulium Damnosum* sur le site du barrage de Song-Loulou (Sanaga maritime, Cameroun). », Communication présentée lors de la XIV^e Conférence technique de l'Organisation de Coordination pour la lutte contre les Endémies en Afrique Centrale (OCEAC), 20-23 Avril 1982 à Yaoundé, Cameroun.
- WEILL M, DURON O, LABBE P, BERTHOMIEU A ET RAYMOND M (2003), « La résistance des moustiques aux insecticides : une approche de l'adaptation chez le moustique *Culex pipiens* ». *Médecine/Science.* 19, 1190 :1192.
- ZERBA E (1988), « Insecticidal activity of pyrethroids on insects of medical importance», *Parasitology Today.* Jul;4(7), 3:7.
- ZIENTARA S, MURGUE B, ZELLER H, DUFOUR B, MURRI S, LABIE J, DURAND B ET HARS J (2001), « Maladie A Virus « West Nile « En France », *Epidémiol. et santé anim.*, 39, 113:120.
-

ANNEXE

ANNEXES

Annexe n° 01: « Liste du matériel et des produits utilisés au laboratoires (INSP et LCI) »**Produits:**

- Eau distillé.
- KOH à 10%.
- Alcool (70, 90 et absolu).
- Baume de Canada.
- Téméphos.

**Matériel:**

- Papier PH.
- Verreires.
- Pipettes en plastique.
- Lameset lamelles.
- Trousse à dissection.
- Tube de 10ml.
- Bac blanc.
- Louche et passoire.
- Boutelles et gobelets en plastiques.
- Micro-pipettes (1000 μ l, 500 μ l et 20 μ l).

**Appareillage:**

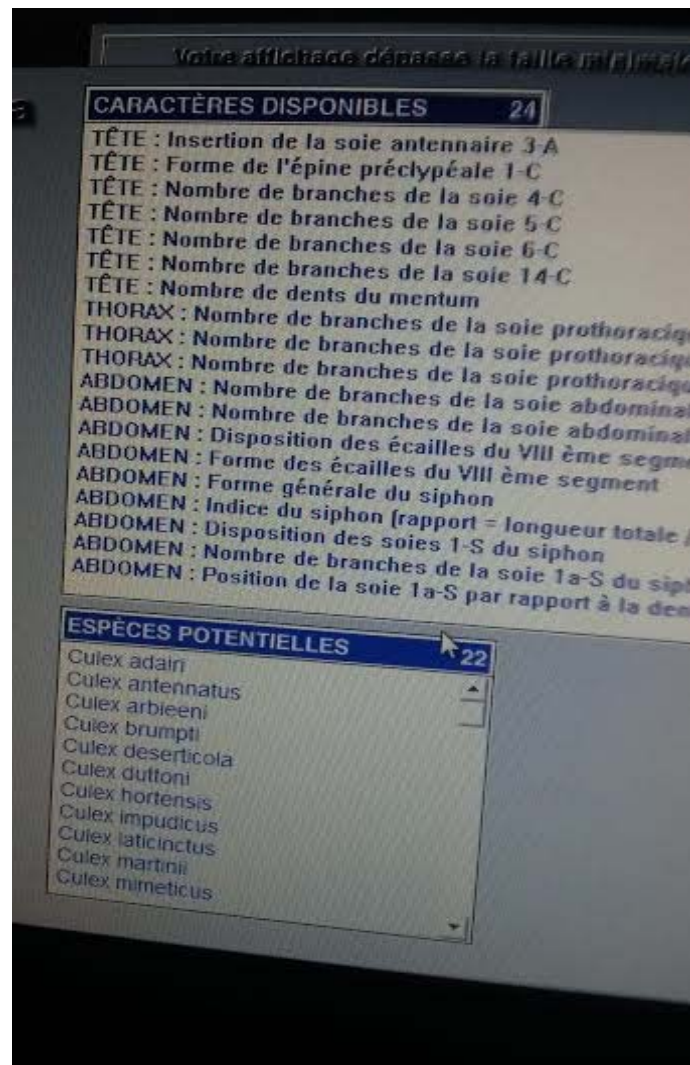
- Microscope électronique.
- Loupe.
- PC (logiciel d'identification de Brhunes +logiciel XLSTAT v.2016).
- Appareil photo.

Annexe n° 02 : « Les principaux critères d'identification du genre *Culex* utilisés par le logiciel de Brhunes et al. (1999) »

1. Groupes de descripteurs utilisés par le logiciel d'identification de Brhunes et al. :

▲ Index ▼	▲ Nom ▼	▲ Nombre de descripteurs ▼	▲ Nombre d'illustrations ▼
1.	TÊTE	34	0
2.	THORAX	19	0
3.	AILE	8	0
4.	PATTE	26	0
5.	ABDOMEN	38	0
6.	GENITALIA	13	0

2. Capture d'écran du logiciel d'identification :



Annexe n° 03: « Résultats de l'analyse probit par XLSTAT »

1. Pour la durée d'exposition de 15 minutes :

1.1. Régression de la variable Morts :

Coefficients d'ajustement (Variable Morts) :

Statistique	Indépendant	Complet
Observations	180	180
Somme des poids	180,000	180,000
DDL	179	178
-2 Log(Vraisemblance)	117,030	87,249
R ² (McFadden)	0,000	0,254
R ² (Cox and Snell)	0,000	0,152
R ² (Nagelkerke)	0,000	0,319
AIC	119,030	91,249
SBC	122,223	97,635
Itérations	0	6

1.2. Test de l'hypothèse nulle H0 : Y=0,100 (Variable Morts) :

Statistique	DDL	Khi ²	Pr > Khi ²
-2 Log(Vraisemblance)	1	29,781	< 0,0001
Score	1	87,389	< 0,0001
Wald	1	14,668	0,000

Analyse de Type II (Variable Morts) :

Source	DDL	Khi ² (Wald)	Pr > Wald	Khi ² (LR)	Pr > LR
Log(Dose)	1	14,668	0,000	29,781	< 0,0001

1.3. Prédications et résidus (Variable Morts) :

Observ.	Poids	Log (Dose)	Morts	Préd (Morts)	Indép.	Morts /Poids	Préd(Morts) /Poids	Résidu std.	Résidu std. (Indép.)
Obs1	20	-0,82390	0,000	0,018	2,000	0,000	0,001	-0,134	-1,491
Obs2	20	-0,82390	0,000	0,018	2,000	0,000	0,001	-0,134	-1,491
Obs3	20	-0,82390	0,000	0,018	2,000	0,000	0,001	-0,134	-1,491
Obs4	20	-0,52287	2,000	0,614	2,000	0,100	0,031	1,795	0,000
Obs5	20	-0,52287	0,000	0,614	2,000	0,000	0,031	-0,796	-1,491
Obs6	20	-0,52287	0,000	0,614	2,000	0,000	0,031	-0,796	-1,491
Obs7	20	-0,22184	2,000	5,370	2,000	0,100	0,268	-1,700	0,000
Obs8	20	-0,22184	6,000	5,370	2,000	0,300	0,268	0,318	2,981
Obs9	20	-0,22184	8,000	5,370	2,000	0,400	0,268	1,327	4,472

2. Pour la durée d'exposition de 30 minutes :

2.1. Régression de la variable Morts :

Coefficients d'ajustement (Variable Morts) :

Statistique	Indépendant	Complet
Observations	180	180
Somme des poids	180,000	180,000
DDL	179	178
-2 Log(Vraisemblance)	244,510	121,779
R ² (McFadden)	0,000	0,502
R ² (Cox and Snell)	0,000	0,494
R ² (Nagelkerke)	0,000	0,665
AIC	246,510	125,779
SBC	249,703	132,165
Itérations	0	6

2.2. Test de l'hypothèse nulle H0 : Y=0,100 (Variable Morts) :

Statistique	DDL	Khi ²	Pr > Khi ²
-2 Log(Vraisemblance)	1	122,731	< 0,0001
Score	1	101,472	< 0,0001
Wald	1	72,600	< 0,0001

Analyse de Type II (Variable Morts) :

Source	DDL	Khi ² (Wald)	Pr > Wald	Khi ² (LR)	Pr > LR
Log(Dose)	1	72,600	< 0,0001	122,731	< 0,0001

2.3. Prédications et résidus (Variable Morts) :

Observ.	Poids	Log (Dose)	Morts	Préd (Morts)	Indép.	Morts /Poids	Préd(Morts) /Poids	Résidu std.	Résidu std. (Indép.)
Obs1	20	-0,82390	0,000	1,822	11,667	0,000	0,091	-1,416	-5,292
Obs2	20	-0,82390	3,000	1,822	11,667	0,150	0,091	0,916	-3,931
Obs3	20	-0,82390	0,000	1,822	11,667	0,000	0,091	-1,416	-5,292
Obs4	20	-0,52287	16,000	13,003	11,667	0,800	0,650	1,405	1,965
Obs5	20	-0,52287	15,000	13,003	11,667	0,750	0,650	0,936	1,512
Obs6	20	-0,52287	14,000	13,003	11,667	0,700	0,650	0,468	1,058
Obs7	20	-0,22184	17,000	19,648	11,667	0,850	0,982	-4,499	2,419
Obs8	20	-0,22184	20,000	19,648	11,667	1,000	0,982	0,599	3,780
Obs9	20	-0,22184	20,000	19,648	11,667	1,000	0,982	0,599	3,780

3. Pour la durée d'exposition de 45 minutes :

3.1. Régression de la variable Morts :

Statistique	Indépendant	Complet
Observations	180	180
Somme des poids	180,000	180,000
DDL	179	178
-2 Log(Vraisemblance)	188,156	151,259
R ² (McFadden)	0,000	0,196
R ² (Cox and Snell)	0,000	0,185
R ² (Nagelkerke)	0,000	0,286
AIC	190,156	155,259
SBC	193,349	161,645
Itérations	0	6

3.2. Test de l'hypothèse nulle H0 : Y=0,100 (Variable Morts) :

Statistique	DDL	Khi ²	Pr > Khi ²
-2 Log(Vraisemblance)	1	36,897	< 0,0001
Score	1	61,374	< 0,0001
Wald	1	29,427	< 0,0001

Analyse de Type II (Variable Morts) :

Source	DDL	Khi ² (Wald)	Pr > Wald	Khi ² (LR)	Pr > LR
Log(Dose)	1	29,427	< 0,0001	36,897	< 0,0001

3.3. Prédications et résidus (Variable Morts) :

Obsér.	Poids	Log (Dose)	Morts	Préd (Morts)	Indép.	Morts /Poids	Préd(Morts) /Poids	Résidu std.	Résidu std. (Indép.)
Obs1	20	-0,82390	10,000	10,782	15,667	0,500	0,539	-0,351	-3,076
Obs2	20	-0,82390	12,000	10,782	15,667	0,600	0,539	0,547	-1,990
Obs3	20	-0,82390	10,000	10,782	15,667	0,500	0,539	-0,351	-3,076
Obs4	20	-0,52287	18,000	16,797	15,667	0,900	0,840	0,734	1,266
Obs5	20	-0,52287	16,000	16,797	15,667	0,800	0,840	-0,486	0,181
Obs6	20	-0,52287	17,000	16,797	15,667	0,850	0,840	0,124	0,724
Obs7	20	-0,22184	18,000	19,412	15,667	0,900	0,971	-1,868	1,266
Obs8	20	-0,22184	20,000	19,412	15,667	1,000	0,971	0,779	2,352
Obs9	20	-0,22184	20,000	19,412	15,667	1,000	0,971	0,779	2,352

4. Pour la durée d'exposition de 60 minutes :

4.1. Régression de la variable Morts :

Statistique	Indépendant	Complet
Observations	180	180
Somme des poids	180,000	180,000
DDL	179	178
-2 Log(Vraisemblance)	148,662	121,079
R ² (McFadden)	0,000	0,186
R ² (Cox and Snell)	0,000	0,142
R ² (Nagelkerke)	0,000	0,253
AIC	150,662	125,079
SBC	153,855	131,465
Itérations	0	6

4.2. Test de l'hypothèse nulle H0 : Y=0,100 (Variable Morts) :

Statistique	DDL	Khi ²	Pr > Khi ²
-2 Log(Vraisemblance)	1	27,583	< 0,0001
Score	1	71,097	< 0,0001
Wald	1	20,452	< 0,0001

Analyse de Type II (Variable Morts) :

Source	DDL	Khi ² (Wald)	Pr > Wald	Khi ² (LR)	Pr > LR
Log(Dose)	1	20,452	< 0,0001	27,583	< 0,0001

4.3. Prédications et résidus (Variable Morts) :

Observ.	Poids	Log (Dose)	Morts	Préd (Morts)	Indép.	Morts /Poids	Préd(Morts) /Poids	Résidu std.	Résidu std. (Indép)
Obs1	20	-0,82390	13,000	13,436	17,111	0,650	0,672	-0,208	-2,615
Obs2	20	-0,82390	15,000	13,436	17,111	0,750	0,672	0,745	-1,343
Obs3	20	-0,82390	12,000	13,436	17,111	0,600	0,672	-0,684	-3,251
Obs4	20	-0,52287	19,000	18,163	17,111	0,950	0,908	0,648	1,201
Obs5	20	-0,52287	17,000	18,163	17,111	0,850	0,908	-0,900	-0,071
Obs6	20	-0,52287	19,000	18,163	17,111	0,950	0,908	0,648	1,201
Obs7	20	-0,22184	19,000	19,732	17,111	0,950	0,987	-1,422	1,201
Obs8	20	-0,22184	20,000	19,732	17,111	1,000	0,987	0,522	1,838
Obs9	20	-0,22184	20,000	19,732	17,111	1,000	0,987	0,522	1,838

5. Pour la durée d'exposition de 30 et 45 minutes agrégées:Test de l'hypothèse nulle $H_0 : Y=0,711$ (Variable Mort) :

Statistique	DDL	Khi ²	Pr > Khi ²
-2 Log(Vraisemblance)	1	150,096	< 0,0001
Score	1	159,744	< 0,0001
Wald	1	104,734	< 0,0001

Paramètres du modèle (Variable Mort) :

Source	Valeur	Erreur standard	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²	Wald Borne inf. (95%)	Wald Borne sup. (95%)
Dose	3,119	0,284	120,464	< 0,0001	2,562	3,676
Log(Dose)	4,310	0,421	104,734	< 0,0001	3,484	5,135

Prédictions et résidus (Variable Mort) :

Obsér.	Poids	Log (Dose)	Mort	Préd (Mort)	Indép.	Mort /Poids	Préd(Mort) /Poids	Résidu std.	Résidu std. (Indép.)
Obs1	20	-0,22184	17,000	19,694	14,222	0,850	0,985	-4,912	1,370
Obs2	20	-0,22184	20,000	19,694	14,222	1,000	0,985	0,557	2,850
Obs3	20	-0,22184	20,000	19,694	14,222	1,000	0,985	0,557	2,850
Obs4	20	-0,22184	18,000	19,694	14,222	0,900	0,985	-3,089	1,864
Obs5	20	-0,22184	20,000	19,694	14,222	1,000	0,985	0,557	2,850
Obs6	20	-0,22184	20,000	19,694	14,222	1,000	0,985	0,557	2,850
Obs7	20	-0,52287	18,000	16,132	14,222	0,900	0,807	1,058	1,864
Obs8	20	-0,52287	16,000	16,132	14,222	0,800	0,807	-0,075	0,877
Obs9	20	-0,52287	17,000	16,132	14,222	0,850	0,807	0,491	1,370
Obs10	20	-0,52287	19,000	16,132	14,222	0,950	0,807	1,624	2,357
Obs11	20	-0,52287	17,000	16,132	14,222	0,850	0,807	0,491	1,370
Obs12	20	-0,52287	19,000	16,132	14,222	0,950	0,807	1,624	2,357
Obs13	20	-0,82390	0,000	6,658	14,222	0,000	0,333	-3,159	-7,016
Obs14	20	-0,82390	3,000	6,658	14,222	0,150	0,333	-1,736	-5,536
Obs15	20	-0,82390	0,000	6,658	14,222	0,000	0,333	-3,159	-7,016
Obs16	20	-0,82390	10,000	6,658	14,222	0,500	0,333	1,586	-2,083
Obs17	20	-0,82390	12,000	6,658	14,222	0,600	0,333	2,535	-1,096
Obs18	20	-0,82390	10,000	6,658	14,222	0,500	0,333	1,586	-2,083