

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université 20 Août 1955 SKIKDA



Faculté des sciences

Département Des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Filière : Sciences Biologique

Option : Biochimie Appliquée

Intitulé :

Étude de l'effet toxique des deux pesticides (Métribuzine et propineb)
sur le développement des larves des diptères nécrophages

Présenté Par :

Boussalia Rayane

Braiche kenza

Lakkaichi cheima

Membre de Jury :

M^r Boulkenafet F MCA Président Université 20 aout 1955 Skikda

M^{me} Mellahi L MAA Directrice du mémoire Université 20 aout 1955 Skikda

M^{me} Benzazia S MCB Examinatrice Université 20 aout 1955 Skikda

Année universitaire 2021/2022

Dédicace

*Du profond de mon cœur je dédie ce mémoire à mes chers parents
pour leur patience, soutien et amour*

Ma chère sœur Nour el houda et mon frère Abdel malek

Et surtout à mon cher mari Yahia

Rayane

*Avec l'aide de Dieu j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à
mes deux âmes les plus chères au monde mon père et ma très chère
mère que Dieu les protège.*

*-Mes chères sœurs : Nour el houda, Rokaya et enfin ma petite Sœur
Inès*

- Ma petite fille Soudjoude et à tous mes plus proches amis

*- En fin à tous les personnes Caux que j'aime sans mentionner les
noms*

Cheima

*Je dédie avec une très grande joie et de gaité gracieusement ce
mémoire de fin d'études à mon cher père pour son soutien, sa*

*Confiance pour tout ce qui il m'a apportée, pour ma merveilleuse
Mère pour son soutien, sa confiance à mes chères sœur Sarah,*

*Roumaissa, Amani, et mes chères frère Housseem, Ahmed,
Mohammed, Wail et en fin je dédi emes chères amis les plus proches
Asma et Hania.*

Kenza

Remercîment

En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m' avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail

Nous tenant à remercier sincèrement ; M^m. Mellahi Lamia, en tant que promoteur de mémoire, d' avoir proposé ce sujet et de nous avoir fait confiance pour tenter de la mener à bien, pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l' inspiration, l' aide et le temps qu' il a bien voulu nous consacrer et sans lui ce mémoire n' aurait jamais vu le jour.

Nos sincères remerciements vont également au M^r. Boulknefet Fouzi pour avoir accepté de consacrer du temps et présider ce travail, et pour siéger dans ce jury en y apportant sa compétence et son expertise, nous remercions également M^m. Benzazia Samia d' avoir accepté d' examiner ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements de tous ceux qui, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Résumé

Liste Des Abréviations

Liste Des Tableaux

Liste Des Figures

Introduction

Chapitre1 : Synthèse Bibliographique

1. Généralité sur l'entomologie médico-légale.....	1
1.1. Définition de l'entomologie médico-légale.....	1
1..2. Historique et origine de l'entomologie médico-légale.....	1
1..3. L'intérêt.....	3
1.4. La décomposition cadavérique.....	4
1.4.1. Définition.....	4
1.4.2. Les stades de décomposition cadavérique.....	4
1.4.3. Les facteurs influençant la décomposition cadavérique.....	7
1.5. L'entomofaune nécrophage.....	7
1.5.1. Les espèces nécrophiles	7
1.5.2. Les espèces omnivores	8
1.5.3. Les espèces opportunistes	8
1.5.4. Les espèces accidentelles	8
1.6. Les insectes nécrophages	9
1.6.1. La biologie des diptères nécrophages	9
1.6.2. Les diptères nécrophages	9
1.6.3. Le cycle de développement des diptères nécrophages	9
1.6.4. Principales familles nécrophages	11
1.7. L'intervalle post mortem (IPM)	12
1.7.1. Définition	12

1.7.2. Principale technique de calcul de l'IPM	13
1.7.3. L'importance de l'IPM	13
1.8. L'entomotoxicologie	14
2. Généralité sur les pesticides.....	15
2.1. Définition d'un pesticide	15
2.2. Les propriétés des pesticides	15
2.3. Classification des pesticides	16
2.3.1. En fonction de leur cible	16
2.3.2. En fonction de leur structure.....	18
2.2.4. Rôle et importance des pesticides.....	19
2.2.5. Mode d'action des pesticides.....	19
2.2.6. Antracol (propinébe)	22
2.2.6.1. Définition.....	22
2.2.6.2. Les propriétés physicochimiques de la matière active (propinébe)	22
2.2.6.3. Mode d'action	22
2.2.7. Sencore	23
2.2.7.1. Définition	23
2.2.7.2. Propriétés physicochimiques.....	23
2.2.7.3. Mode d'action	24
2.2.8. Toxicologie des pesticides.....	24
2.2.8.1. Toxicocénitique.....	24
2.2.8.2. Toxicodynamique des pesticides	26
2.2.9. Toxicité des pesticides	26
2.2.9.1. Toxicité pour l'homme	26
2.2.9.2. Toxicité des pesticides pour l'environnement.....	27

Chapitre II · Matériel et méthode

1. Le site d'étude	28
--------------------------	----

2. Matériels utilisés	28
2.1. Matériel biologique	28
2.2. Matériel chimique	29
2.2. Matériel de laboratoire	29
3. Les méthodes	30
3.1. Capture et prélèvement des spécimens	30
3.2. L'élevage des spécimens récoltés	30
3.3. Montage et identification des larves	31
3.4. Traitement toxicologique	33
3.5. Dispositif expérimentale	34
3.6. Mise en place des cadavres.....	34
3.7. Prélèvement et implantation des pontes	34
3.8. L'élevage	34
3.9. Montage et identification des adultes	35
Chapitre III : Résultats et Discussion	
Résultat et discussion.	
1. Résultats	36
2. Discussion	43
Conclusion et perspective.....	46
Référence bibliographiques.....	47

Résumé

L'entomologie médico-légale repose sur l'utilisation des insectes nécrophage pour estimer le moment de la mort dans le cadre d'enquêtes judiciaire et permet dans certains cas de préciser les circonstances du décès pour cela on a essayé dans cette étude de montrer l'influence des deux pesticides (Métribusine et propinéb) sur le cycle de développement des diptère nécrophages appartient à la famille *Calliphoridae* (*Lucilia sericata*),

Nous avons mené une série d'expérience sur différents organes des lapins traite par ces deux pesticide dans les mêmes conditions expérimentales.

Les résultats obtenus montrent que c'est deux substances perturbent le cycle de développement des larves nécrophage dans les lots traités par rapport au témoin.

Mots clé : entomologie médico-légale , diptère nécrophage ,les pesticides ,*Calliphoridae*, *Lucilia sericata* .

Abstract

Forensic entomology is based on the use of necrophagous insects to estimate the moment of death in the context of judicial investigations and in some cases makes it possible to specify the circumstances of death, for this we have tried in this study to show the influence of two pesticides (Metribusine and propineb) on the development cycle of necrophagous dipteral belongs to the family *Calliphoridae* (*Luciliasericata*), we conducted a series of experiments on different organs of rabbits treated with these two pesticides in the same experimental conditions. the results obtained show that two substances disrupt the development cycle of necrophagous larvae in the treated batches compared to the control.

Key words:

forensic entomology necrophagous dipteral , pesticides *Calliphoridae*, *Luciliasericata*.

الملخص :

علم الحشرات الجنائي يركز على استخدام الحشرات اكلات الجثث من اجل تحديد وقت الوفاة في إطار التحقيقات القضائية و التي تسمح في بعض الحالات تحديد ظروف وأسباب الوفاة لذلك حاولنا في هذه الدراسة إظهار تأثير مبيدين حشريين (Métribusine et propineb) على تطور حشرات ثنائية الأجنحة أكلات الجثث التي تنتمي لعائلة *(Calliphoridae (Lucilia sericata* .

أجرينا سلسلة من التجارب على أعضاء مختلفة من الأرناب التي عولجت بالمبيدين الحشريين في نفس الشروط التجريبية وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المبيدات الحشرية عطلت تطور يرقات حشرات أكلات الجثث عند الأرناب المعالجة مقارنة بالأرناب الشاهد.

الكلمات المفتاحية: علم الحشرات الجنائي ,حشرات ثنائية الأرجل أكلات الجثث,*Calliphoridae, Lucilia sericata*.

Liste d'abréviations :

IPM : L'intervalle post mortem

INCC : Institut National de Criminalistique et de Criminologie.

L1 : Le premier stade larvaire.

L2 : Le deuxième stade larvaire.

L3 : Le troisième stade larvaire.

Lot 1 : Lapin Témoin

Lot 2 : Lapin Traité par le sencore

Lot 3 : Lapin Traité par l'antracol

Teff : La température effective.

KOH : L'hydroxyde de potassium.

ADJ : Accumulation des degrés jours.

ADH : Accumulation des degrés heures.

Traite A : Lapin traité par pesticide antracol .

Traite S : Lapin traité par pesticide sencore .

T : Lapins témoin.

Antracol : propineb .

Sencore : Metribusine .

Liste des tableaux :

N de tableau	Titre	page
1	Classification du lapin domestique Règne Animale	29
2	Les différentes données du traitement toxicologique	33

Liste des figures :

N° de Figure	Titre	Page
01	Les stade de la décomposition cadavérique (Abdoun et Achour , 2018).	6
02	Cycle de développement des diptère nécrophage (Altai et Burgast ,2022).	10
03	Possibilité de détermination d'un cadavre (IPM) en médecine légale et en entomologie forensique (Wyss et Cherix ,2006).	12
04	Principaux sites d'action des fongicides (Inra ,2019).	20
05	Localisation du site d'expérimentation.	28
06	Les trios lapins utilisé.	28
07	Sachée de l'antracol (propinébe).	29
08	Sachée de sencore (métribuzine).	29
09	Les Piges à appâtes contiennent des viande hachée et sucre.	30
10	les œufs de diptères nécrophages récupérés après l'échantillonnage	31

11	Une cage d'élevage contient les œufs collecté.	31
12	Représentation des différentes zone de dissections produites sur la larve (Amendt et al.,2010).	32
13	Gavage des lapins.	33
14	La dissection des lapins.	34
15	Les organes des lapins.	34
16	Les boites d'élevage.	35
17	Les critères d'identification des espèces de diptère (Szpila,2012).	35
18	Photo origine le <i>Lucilia sericata</i> .	36
19	La variation de Température effective consommé par les larves dans les 3 lots dans chaque stade.	37
20	La variation de la température consomme par les larves dans chaque stade larvaire entre les deux lots (1) et (2) dans les muscles.	38
21	La variation de Température effective consommé par les larves dans chaque stade larvaire entre les deux lots (1) et (2) dans les reins.	39
22	La variation de Température effective consommé par les larve dans chaque stade larvaire entre lot 1 et 3 dans les reins.	40
23	La variation de la température consommer par les larves dans différent organes de lot 1	41
24	La variation de la température consommée par les larves dans chaque stade larvaire dans le lot 2	42

Introduction

Lors de la découverte d'un cadavre humain, les enquêteurs judiciaires ont besoin de déterminer précisément la date et l'heure du décès. Grâce à l'étude des caractéristiques du corps et de son état de décomposition, la médecine légale peut généralement fournir cette information. Ainsi, la présence de rigidités cadavériques, l'étude des lividités ou la mesure de la température rectale sont autant de méthodes permettant d'estimer précisément l'heure du décès. Cependant, ces techniques ne sont efficaces que durant une courte période : passés quelques jours après le décès, l'estimation de l'intervalle post mortem (IPM) par les critères thanatologiques classiques devient délicate et imprécise. La seule méthode fiable permettant de dater le décès est alors l'entomologie médico-légale. Cette branche de l'entomologie, rattachée aux sciences criminelles, s'intéresse à l'étude des insectes nécrophages pour estimer le délai écoulé depuis le décès. (Charabidzé, 2008).

Au sein de nos écosystèmes tempérés parmi les animaux consommateurs, les insectes nécrophages sont les plus spécialisés. Associés aux décomposeurs, ils participent à la minéralisation des matières organiques. Leur rôle est donc primordial au sein des écosystèmes terrestres où ils remplissent la fonction "d'éboueurs entomologique" (Verstraetene et Leclercq, 1993)

Un cadavre est une source importante de nutriments pour les organismes nécrophages, se nourrissant de tissus en décomposition ou nécrophiles, se nourrissant des organismes présents sur le cadavre. Parmi ceux-ci, les insectes et en particulier les diptères vont être les premières espèces à coloniser un corps pour y pondre des œufs. Certaines espèces peuvent détecter un cadavre à de très grandes distances. Ainsi, quelques minutes seulement peuvent séparer le décès du début de la colonisation. Cependant, toutes les espèces ne sont pas attirées par le même stade de décomposition. De nombreuses espèces de diptères vont ainsi se succéder sur le cadavre, suivies par certaines espèces coléoptères, d'hyménoptères et de lépidoptères (Méglin, 1894).

L'objectif de notre travail est d'obtenir des données sur l'impact des deux pesticides (propinéb et métribuzine) sur le cycle de développement des diptères nécrophages appartenant de la famille Caliphoridae.

Notre étude s'articule sur trois chapitres, le premier chapitre est une synthèse bibliographique qui retrace des informations sur les diptères nécrophages, leurs biologies, leurs

cycles de développement, leurs principales familles, ainsi que l'importance de ces insectes dans le domaine médico-légal et de l'entomotoxicologie.

Le second chapitre représente le matériel et les méthodes utilisées pour la mise en place des expérimentations, la technique de capture, l'identification des spécimens, l'élevage ainsi que les traitements toxicologiques.

Le troisième chapitre est consacré à la description des principaux résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, une conclusion est donnée ainsi que les perspectives qui pourraient initier d'autres travaux de recherche.

CHAPITRE I :

Synthèse Bibliographique

1. Généralité sur l'entomologie médico-légale :**1.1. Définition de l'entomologie médico-légale :**

L'entomologie forensique, l'entomologie criminelle, judiciaire, légale ou encore médicolégal est une discipline qui s'intéresse à l'étude des insectes qui colonisent et consomment des substrats nourriciers (Campobasso *et al.*, 2001).

Cette discipline permet de fournir des données facilitant les enquêtes médico-légales, répondant aux questions fréquentes quant à l'utilisation des insectes concernés à savoir les insectes nécrophages (In Boulkenafet, 2016).

Donc l'entomologie médico-légale ou forensique constitue l'ensemble des interactions entre les insectes et la justice (Hall, 2001).

1.2. Historique et origine de l'entomologie médico-légale :

Le premier cas d'entomologie forensique (Xe siècle) rapporté par Cheng (in Greenberg et Kunich, 2002) raconte l'histoire suivante : un officier de justice en Chine apprend qu'un homme est mort dans un incendie. Après l'examen du corps, l'officier remarque une abondance de mouches au niveau de la tête du défunt. Une autopsie est pratiquée et l'on découvre un corps étranger enfoncé dans le crâne. L'enquête conclut à un meurtre et non pas à une mort accidentelle dans le feu. L'épouse et l'amant ont confessé avoir assassiné le mari en lui enfonçant un objet en forme de clou dans la tête. (Wyss et Cherix 2006).

Le cas le plus classique et bien connu est celui rapporté par Sung Tzu en 1247, dans son manuel à l'usage des enquêteurs sur les scènes du crime. Suite au meurtre d'un fermier dans une rizière réalisée à l'aide d'une serpe, tous les membres de la communauté furent rassemblés et durent ramener leurs outils devant eux. Les mouches furent attirées par une seule serpe qui contenait du sang. Cela a permis de condamner son propriétaire (Benecke, 2001 ; Amendt *et al.*, 2004 ; Gennard, 2007 ; Frederix *et al.*, 2010).

En Europe, jusqu'au XVII^{ème} siècle, on croyait que la présence des larves ou asticots sur cadavres était due à la génération spontanée. Au milieu du XVII^e siècle ont lieu les premières expériences sur ce sujet. Jan Baptist Van Helmont (1648), un médecin flamand, prétend obtenir des souris avec des grains de blé et une chemise imprégnée de sueur humaine. Ce n'est qu'en 1668 que Francisco Redi démontra que les larves venaient d'œufs déposés par des Diptères (Wyss et Cherix, 2006).

En 1850, Bergeret utilisa pour la première fois l'application de l'entomologie forensique dans une enquête où un cadavre de nourrisson fut découvert derrière une cheminée, dans une maison. Le couple propriétaire fut condamné pour cette affaire, mais suite à l'étude de la succession des espèces nécrophages menée par Bergeret, ce dernier prouva que ce crime avait été commis deux ans avant l'arrivée de ce couple. Ce dernier fut donc innocenté (Wyss et Cherix, 2006).

Après quelques années, soit en 1894 Mégnin publia un ouvrage intitulé « La faune des cadavres : Application de l'entomologie à la médecine légale » où le terme : entomologie médico-légale apparaît pour la première fois. Dans son ouvrage, l'auteur évoque la présence de huit vagues ou escouades d'insectes qui se succèdent sur les cadavres (Frederickx *et al.*, 2011).

Depuis cette époque, les connaissances se sont affinées, notamment par l'utilisation de modèles animaux. Ceux-ci sont choisis pour des caractéristiques spécifiques dans le but d'être utilisés pour la recherche expérimentale, l'enseignement, pour ensuite extrapoler les résultats à l'homme (Amendt *et al.*, 2004).

En Europe, différents entomologistes comme le belge M. Leclercq avec son livre intitulé : "Entomologie et médecine légale. Datation de la mort", le finlandais P. Nuorteva et le russe M.I. Marchenko ont contribué à l'amélioration des connaissances de la biologie des insectes nécrophages (Nuorteva, 1977 ; Leclercq, 1978 ; Marchenko, 1988 ; Amendt *et al.*, 2004 ; Wyss et Cherix, 2006).

Il faudra ensuite attendre l'année 1985 pour que les premiers protocoles de prélèvements d'insectes sur les scènes de crime soient publiés dans le "Journal de Médecine Légale et de Droit Médical" (Leclercq et Brahy, 1985). Le premier véritable guide de terrain date de 1990 : "Entomology and Death : A Procedural Guide" par Catts et Haskell (Catts et Haskell, 1990 ; Wyss et Cherix, 2006).

En 2002, lors de la première réunion européenne d'entomologie forensique, est née l'idée d'une association européenne autour de cette thématique de recherche (Klotzbach *et al.*, 2004 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Gennard, 2007). Elle sera officiellement créée en 2003 à Francfort lors de la première conférence européenne d'entomologie forensique. Cette association appelée "European Association for Forensic Entomology" (EAFE) a pour but de promouvoir le développement de l'entomologie forensique à travers l'Europe, d'élever le niveau de compétences des différents acteurs de cette discipline ainsi que de standardiser les protocoles d'échantillonnage d'insectes sur les cadavres et scènes de crimes (Klotzbach *et al.*, 2004 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Gennard, 2007).

Au cours des dernières années, les entomologistes portaient un grand intérêt pour l'enquête médico-légale, ce qui a donné lieu à un certain nombre de commentaires résumant ce domaine dans les enquêtes criminelles (Miller et Naples, 2002). Dans les dix dernières années, plusieurs ouvrages d'intérêt médico-légal ont vu le jour (Greenberg et Kunich, 2002 in Frederickx *et al.*, 2010 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Gennard, 2007 ; Byrd et Castner, 2000, 2009 in Frederickx *et al.*, 2010 ; Amendt *et al.*, 2010).

Cependant, assez rapidement apparaissent quelques critiques, de nombreux spécialistes ayant pu constater la variabilité des processus en cause et la possibilité de superposition des escouades. L'idée fondamentale de l'utilisation de la température pour estimer la date de ponte des insectes sur un corps serait apparue au Canada en 1897 (Wyss et Cherix, 2006).

L'utilisation de cette discipline aux États-Unis dans le cadre des affaires criminelles est quasi-systématique (Wyss et Cherix, 2006). En France, un laboratoire d'entomologie forensique a été créé au sein de l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN). Juste après, le laboratoire de Microtraces en Belgique (Institut National de Criminalistique et de Criminologie, INCC) s'intéresse au développement de cette discipline. Dès cette époque, l'entomologie forensique s'est faite connaître dans plusieurs structures en Europe. En Afrique, cette discipline connaît un essor ces dernières années. Des programmes en entomologie forensique ont vu le jour au Maroc, en Algérie, au Bénin et au Cameroun (Charabidzé et Gosselin, 2014).

L'entomologie forensique est utilisée en Algérie au sein du laboratoire d'entomologie à l'Institut de criminalistique et criminologie de la gendarmerie nationale depuis 2010. (Fekiri, 2014).

1.3. L'intérêt :

- ✓ Estimation du délai post mortem ou intervalle post mortem (IPM) lorsque les méthodes traditionnelles ne peuvent plus être appliquées soit après 48h (rigidité, lividités, température).
- ✓ Savoir s'il y a eu une éventuelle mobilisation du corps.
- ✓ Rechercher un lieu supposé de décès par comparaison de la faune de cadavre avec celle du lieu Identification de victimes en l'absence de corps Rechercher ADN dans le tractus digestif des larves présente en grande quantité dans un endroit donné sans cadavre.
- ✓ Étude ADN des insectes pour identifier les victimes (plus rapide mais plus cher).
- ✓ Entomotoxicologie : recherche de toxiques au sein des insectes (larves congelées) : Intérêt quand le cadavre est trop dégradé pour l'examen toxicologique standard.

Insectes en se nourrissant du cadavre accumulent/stock dans leurs tissus les substances toxiques du cadavre Possible d'identifier des substances sur des larves mais sur des restes de pupes ou d'insectes.

(Frederichx *et al.*, 2010)

1.4. La décomposition cadavérique :

1.4.1. Définition :

La décomposition est un phénomène naturel comporte une série de processus dynamiques que se déclenchent après la mort d'une espèce animale, est un groupe de changements post mortem subis par le corps, on peut aussi la définir ce thanatomorphose qui vont entraîner des modifications morphologiques ou physiques, chimiques et biologiques au niveau du cadavre (Campobasso, *et al.*, 2001 ; Anderson, 2001). Dans son après la décomposition, l'odeur du corps attire toutes sortes d'insectes selon les différentes étapes de décomposition (Charabidze, 2008 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012). Il faut cependant noter que déprédations causées par les vertébrés (Des mammifères : rongeurs, renards, etc.) et des au cadavre ne sont pas dues à la seule activité entomologique et microbienne, y a aussi des Saprophytes, arthropodes (y compris les insectes) , mais la destruction générale qui imposées les Décompositions biologiques du corps par des micro-organismes (bactéries, champignons) oiseaux. (Marchenko, 2001 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2011).

1.4.2. Les stades de décomposition cadavérique :

Cadavre subit une série de changement selon les différents stades de décomposition (Anderson et Vanlaerhoven, 1996 ; Galloway, 1997 ; Goff, 2009).

Cependant, ces phases de dégradation cadavérique peuvent être définis comme étant une série de phénomènes qui se superposent et non comme étant des stades clairement identifiables les uns des autres (Campobasso *et al.*, 2001 ; Goff, 2009 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012).

Selon la classification de Reed (1958, in Kocàrek, 2003), ces derniers sont divisés en quatre stades distincts : stade frais, stade de gonflement, stade de décomposition avancée et stade de squelettisation.

• Le stade frais :

Ce stade débute juste après la mort de l'individu. Il peut durer jusqu'à une semaine au maximum (Galloway, 1997). Cette phase est caractérisée par des changements mineurs (Goff, 2010) de nature physique, chimique, et biologique, plus le refroidissement du corps. Les premiers visiteurs qui viennent coloniser le cadavre pendant cette phase sont des mouches appartenant à la famille des Calliphoridae (Dekeirsschieter *et al.*, 2014).

• **Le stade de gonflement :**

Cette phase est probablement la plus facile à distinguer. Ce stade commence lors du gonflement du cadavre qui résulte de l'accumulation des gaz de putréfaction dans le corps (Anderson, 1996). La mort d'un individu entraîne la diminution de l'oxygène, ce qui favorise le milieu pour les micro-organismes anaérobies (Carter *et al.*, 2007) qui se transforment les sucres, les lipides et les protéines en acides organiques et en gaz. Ces derniers entraînent le gonflement du cadavre qui adoptera l'apparence d'un ballon étiré rempli d'air (Gennard, 2007). L'activité bactérienne assure la ventilation de l'organisme.

• **Le stade de décomposition active (avancée) :**

Lors du gonflement, les parties molles du corps disparaissent rapidement en raison de l'autolyse (propre destruction des cellules) et de l'activité des organismes colonisant ce cadavre (microbes, bactéries, insectes...etc.). Ensuite, il y a rupture de la couche externe de la peau (Campobasso *et al.*, 2001), le corps se dégonfle et les gaz s'échappent à l'extérieur ce qui explique les fortes odeurs cadavériques, cette phase est appelée putréfaction. Cette dernière est suivie de la fermentation qui génère les acides caséiques et butyriques. A ce stade, le corps entre dans une phase dite « avancée ». (In Benmira, 2018).

Quand les conditions climatiques deviennent défavorables, il peut y avoir momification. Dans ce cas, on peut observer une perte d'une grande partie de la peau. (Campobasso *et al.*, 2001).

La décomposition avancée est caractérisée par la présence de grandes masses larvaires de Diptères à l'intérieur du cadavre et aux alentours (Goff, 2010).

A la fin de cette phase, il ne reste du corps que la peau, le cartilage et les os. Le plus grand indicateur de cette étape est la dominance des Coléoptères, et la diminution du nombre de Diptères (Gennard, 2007).

• **Le stade de squelettisation (dessèchement) :**

A ce moment, la décomposition des tissus mous se termine, il ne reste alors que les os et les cheveux (Gunn, 2006). Des tissus peuvent rester aux points d'attachement des ligaments et des muscles comme le long de la colonne vertébrale ou au niveau de l'articulation des os longs (Galloway, 1997). Ces tissus vont se dégrader pour ne laisser que le squelette et les cheveux (Gunn, 2006).

Cependant, il est important de signaler qu'il n'y a pas de distinction précise entre les différents stades de décomposition d'un corps, c'est une séquence de phénomènes qui se

superposent et ne peuvent pas être clairement identifiables les uns des autres (Campobasso *et al.*, 2001; Goff, 2009). Mais les chercheurs scientifiques, lors de leurs investigations, peuvent les distinguer d'une manière approximative.



C) Décomposition avancé

B) Stade de gonflement

D) Stade de squelettisation

A) Stade frais

Figure 1 : Les stades de la décomposition cadavérique (Abdoun et Achour ; 2018).

1. 4. 3. Les facteurs influençant la décomposition cadavérique :**•Présence d'oxygène :**

En l'absence d'oxygène, le processus anaérobie assure entièrement la décomposition du cadavre. S'il y a un apport en oxygène, il y aura une prolifération des bactéries aérobies qui participent à la décomposition du cadavre après la fermentation anaérobie initiale dans les intestins. Une décomposition grâce aux actions combinées de micro-organismes aérobies et anaérobies est plus rapide qu'une décomposition en anaérobiose stricte (Emritloll *et al.*, 2008).

•Humidité de l'aire :

Une humidité adéquate est essentielle pour une décomposition rapide du cadavre humain car l'eau est utilisée par les bactéries anaérobies et aérobies pendant leur croissance. Avec une diminution drastique en apport hydrique la décomposition est très lente et débouche sur une modification du cadavre (Emritloll *et al.*, 2008).

•Température du sol :

A des températures basses (<5°C), la croissance bactérienne est très lente voir absente et à des températures très élevées (>40°C), la majeure partie des bactéries commence à être inactivité. Dans ces deux extrêmes, la décomposition est fortement perturbée. A titre d'exemple, des excavations réalisées en 1998 dans le permafrost de l'Alaska, ont révélé la présence d'une femme inuit décédée en 1918. Les poumons de cette dernière étaient remarquablement bien conservés et contenaient encore des quantités importantes de virus de la Grippe espagnole encore viables (Emritloll *et al.*, 2008).

1.5. L'entomofaune nécrophage :

Les insectes sont généralement les premiers organismes à arriver sur le corps peu après la mort et le colonisent selon une séquence plus ou moins prédictible (Smith, 1986, Anderson, 2001), Les insectes utilisent le micro-habitat créé par le cadavre comme un substrat nourricier, un site de pontes (reproduction), un refuge ou encore comme un territoire de chasse, En fonction de leurs caractéristiques écologiques, on distingue quatre groupes écologiques autour d'un cadavre (Leclercq, 1978, Smith, 1986, Wyss et Cherix, 2006).

1.5.1. Les espèces nécrophiles :

Les espèces nécrophiles sont prédatrices ou parasites des larves et des pupes des nécrophages (Leclercq, 1978 ; Leclercq et Verstraeten, 1992).

On rencontre régulièrement des Coléoptères (Silphidae, Histeridae, Staphylinidae), des Diptères (Calliphoridae et Stratiomyidae) ainsi que des Hyménoptères (Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

Les larves de certains diptères peuvent devenir prédatrices à partir d'un certain stade de développement. C'est le cas, par exemple, des larves de stade III appartenant au genre *Muscina*, et de certaines *Chrysomya* (Gaudry, 2002).

1.5.2. Les espèces omnivores :

Les principales espèces omnivores sont généralement des Hyménoptères (fourmis et guêpes) ainsi que des Coléoptères. Ces espèces se nourrissent aussi bien des insectes nécrophages et nécrophiles présents sur le cadavre que du corps en décomposition (Leclercq et Vestraeten, 1992 ; Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

Ces espèces omnivores arrivent pratiquement en même temps que les nécrophiles (In Hamel, 2011).

1.5.3 Les espèces opportunistes :

Les espèces opportunistes perçoivent la présence du cadavre comme une extension de leur habitat (Wyss et Cherix, 2006). Ils utilisent le cadavre comme une annexe de leur biotope afin de s'abriter, se réchauffer, hiberner et parfois même pour se nourrir (Leclercq et Vestraeten, 1992). Ils sont originaires de la végétation environnante ou de la pédofaune et peuvent exceptionnellement être prédateur des espèces nécrophages (Campobasso *et al.*, 2001).

On y dénombre des collemboles, des araignées, des mille-pattes, des Lépidoptères mais aussi des acariens qui se nourrissent des moisissures et champignons qui peuvent se développer sur le corps en décomposition (Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

1.5.4. Les espèces accidentelles :

La présence de certaines espèces sur le cadavre est parfois due au hasard (Arnaldos et Luma, 2005).

Les insectes représentent la majorité des espèces nécrophages, deux ordres sont majoritairement attirés par les cadavres : les Diptères et les Coléoptères. Seuls les trois premiers groupes écologiques sont utiles en entomologie forensique, les deux derniers groupes étant présents de manière fortuite (hamel, 2011).

1.6. Les insectes nécrophages :**1.6.1. La biologie des diptères nécrophages :**

Les insectes sont les plus nombreux organismes sur le globe terrestre. Alors que moins d'un million d'espèces ont été décrites et nommées, les recherches indiquent que plus de 3 à 30 millions peuvent exister réellement. Ils se retrouvent dans presque tous les habitats terrestres et dans la plupart des habitats aquatiques ainsi, à l'exception de l'eau salée en tant que groupe, les insectes ont des ailes, une caractéristique qui les distingue de tous les autres invertébrés. Cela leur permet de parcourir des distances considérables et lorsqu'ils manquent de nourriture, ils tentent de localiser un habitat convenable pour pondre leurs œufs. C'est un facteur extrêmement important pour les espèces d'importance forensique, qui doivent rapidement localiser et utiliser des ressources temporaires comme charogne, y compris des cadavres humains (Castner, 2010).

1.6.2. Les diptères nécrophages :

Les diptères représentent le 4^{ème} ordre d'insectes après les coléoptères, les hyménoptères et les lépidoptères (Byrde et castner.2009).

Il s'agit d'un immense ordre d'insectes (Chinery, 2005), comprenant quelques cent cinquante mille espèces connues à ce jour (Wyss et Cherix, 2006). L'unique paire d'aile membraneuse donne son nom à cet ordre «à deux ailles» (Chrabidze, 2008).

Les diptères sont principalement divisés en deux sous ordres : les Nématocères, les Brachycères (antennes courtes) dont les Orthographes et les Cyclorrhaphed. (Wyss et Cherix, 2006). C'est principalement dans les Cyclorrhaphes qu'on retrouve les diptères nécrophages (chinery, 2005).

1.6.3. Le cycle de développement des diptères nécrophages :

Ce sont des insectes à métamorphose complète (holométabole). Les femelles pondent environ 150 à 200 œufs regroupés en agglomérat¹⁸ et qui donneront des larves de type vermiforme présence de composés ammoniacaux et de sulfure d'hydrogène sont des stimuli importants pour la Calliphoridae (comme *Calliphoravicina*) déposent des larves vivantes sur le substrat nourricier ponte aussi bien que l'humidité ou certaines phéromones (Amendt *et al.*, 2004). De plus, les lorsque la fécondation a été faite loin d'un lieu de ponte (Gennard, 2007). Il est à noter que la de crochets buccaux assez puissants pour percer la peau. Ceci explique donc pourquoi les femelles Diptères ne pondent pas sur des tissus momifiés ou déshydratés car les œufs et les larves ont besoin d'humidité

pour se développer mais aussi parce que les larves du premier stade larvaire n'ont pas éclos à l'intérieur de la femelle, dite ovovivipare et dont la larve se développe grâce à des sécrétions spéciales produites par la mère (Wyss et Cherix, 2006). Il a été également montré que certaines (Gennard, 2007 ; Bourbonnais, 2010). Il existe des espèces, comme la mouche tsé-tsé, dont l'œuf pondent à proximité des orifices humides (Almendt *et al.*, 2004).

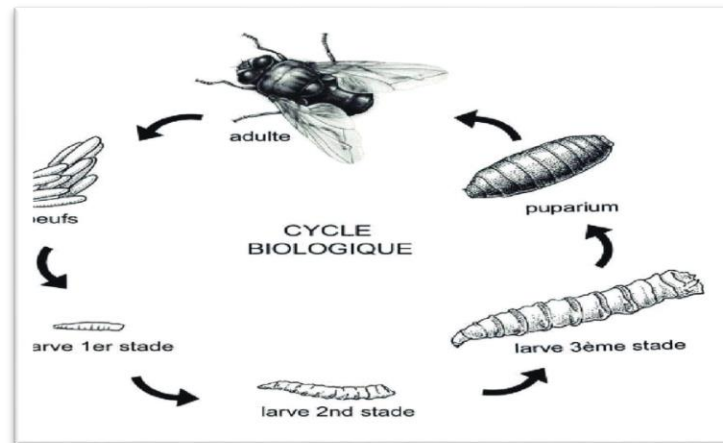


Figure 2 : Cycle de développement des diptères nécrophages (Altai et Burgast, 2022).

Le développement de toutes les espèces de Calliphoridae est le même, il débute de l'œuf dont l'éclosion donne une larve de premier stade (L1) qui se développe en une larve de 2ème stade (L2) pour finir en une larve de 3ème stade (L3). Cette dernière entre dans un stade de nymphose durant lequel elle subit des transformations morphologiques pour donner un adulte (Greenberg et Kunich, 2002).

- **Les œufs :**

Les œufs sont pondus en amas d'environ 150 à 200 œufs. Ils sont de couleur blanche et brillante, leur taille varie de 0.9 à 1.5mm. Les œufs sont pondus sur le cadavre dans des endroits humides qui leur assurant une protection et une nourriture. Ils donnent naissance à des larves de premier stade (L1) après l'éclosion (Rognes, 1991 ; Gennard., 2007).

- **Premier stade larvaire (L1) :**

Extrêmement petit, 02 à 04 mm, ce stade est caractérisé par une alimentation vorace et se termine par un processus appelé mue dont résulte des larves de 2ème stade (L2) (Greenberg et Kunich, 2002).

- **Deuxième stade larvaire (L2) :**

La larve mesure environ 8 mm de long (Greenberg et Kunich, 2002). A ce stade, l'alimentation est plus accomplie par rapport au premier, en raison de l'augmentation de la taille des larves ». Cette étape se termine aussi par une autre mue pour donner une L3 (Haskell *et al.*, 1997).

• Le troisième stade (L3) :

Selon Anderson (2000), cette étape peut être séparée en deux stades comportementaux distincts : une phase d'alimentation dont les larves se nourrissent voracement jusqu'à atteindre une taille maximale, et une phase post alimentaire durant laquelle elles arrêtent de s'alimenter et s'éloignent de la source de nourriture pour trouver un endroit pour la nymphose.

• Émergence des adultes (période imaginale) :

Le début de ce période est marqué par l'ouverture du puparium par la pupe. Rapidement, Pas augmente de volume par remplissage des sacs iruchoens et les atèles s'étalent. Les téguments durcissent et prennent leur teinte définitive. Dans les conditions optimales (température, alimentation portique suffisante), Les femelles sont capables de pondre inné semait après leur émergence. (Lemmonnie et Reguatrdati. 2012).

1.6.4. Principales familles nécrophages :**• Calliphoridae :**

Ce sont des mouches de taille moyenne à grande (entre 6 et 14mm), elles présentent un intérêt majeur en entomologie forensique permettant une estimation parfois très précise de l'intervalle post-mortem. Les adultes ont une apparence bleue ou verte métallique ou simplement noire avec une pilosité dorée sur le thorax, leurs larves sont des asticots de couleur blanche ou crème (Wyss et Chérix, 2006).

• Sarcophagidae :

Appelées également mouches à viande ou mouches à damier, ce sont des mouches de 2 à 22 mm de taille, tachées de gris ou noir sur la partie dorsale du thorax avec un dessin en damier bien particulier et reconnaissable sur l'abdomen et elles ne portent pas de couleur métallique. Elles diffèrent de la plupart des autres mouches à cause de leur ovoviviparité et elles ne pondent pas d'œufs, mais donnent naissance à des larves qui se nourrissent de toutes sortes de matières animales en décomposition et d'excréments (Wyss et Chérix, 2006).

• Muscidae :

Ce sont des mouches de taille petite à grande (entre 2 et 18mm), les adultes sont d'un gris foncé et très rarement avec une coloration métallique Selon les espèces, les larves de Muscidae sont des asticots plus fines vers l'avant et arrondies en arrière avec des crochets buccaux fusionnés (Wyss et Cherix, 2014).

• Fanniidae :

Ce sont des mouches de taille petite à moyenne (3-9 mm), de couleur grise foncée à noire et sont caractérisées par leur nervation alaire bien particulière. Elles se nourrissent de matière organique en décomposition. (Wyss et Cherix, 2001).

• **Piophilidae :**

Ce sont de petites mouches de couleur sombre, d'une taille qui varie entre 2 mm et 6 mm. Les adultes volent près du milieu où se développent leurs larves. Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale. (Wyss et Chérix, 2006).

• **Phoridae :**

Petites mouche de 5 à 8 mm de couleur brune, noire ou jaune. 6 espèces ont été trouvées sur des cadavres humains (Disney, 1994).

1.7. L'intervalle post mortem (IPM) :

1.7.1. Définition :

L'IPM est une estimation du moment où la mort est probablement survenue et ce calcul est basé sur de nombreux facteurs, y compris la température du cadavre, la température ambiante, l'apparence physique du corps, et une gamme de changements biochimiques qui ont lieu dans les fluides et les tissus du défunt. Le terme clé dans cette définition est une estimation, ce qui signifie que la valeur exacte ne peut pas être attribuée au moment du décès (In Bouleknafet, 2016).

Il existe principalement deux méthodes pour déterminer l'IPM en utilisant les insectes comme bio-indicateurs ; la première est basée sur l'étude des premiers intervenants constitués essentiellement de diptères, par contre la deuxième est basée sur l'étude de l'ordre de succession des différents groupes d'insectes qui colonisent un cadavre (Wyss et Cherix, 2013).

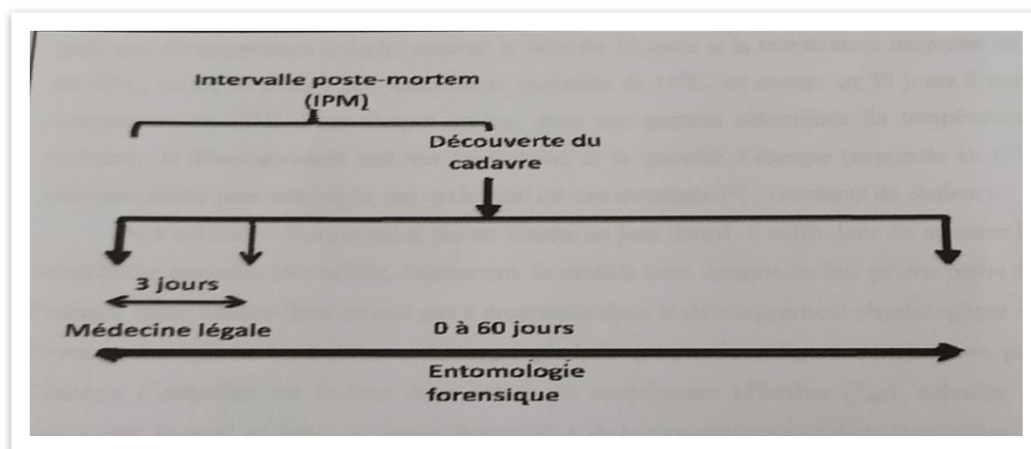


Figure 3 : Possibilité de détermination d'un cadavre (IPM) en médecine légale et en entomologie forensique (wyss et cherix ,2006).

1.7.2. Principale technique de calcul de l'IPM :

- **La première méthode (à court terme) :**

Appelée accumulation des degrés jours (ADJ) ou degrés heures (ADH) se base sur le cycle de développement des Diptères nécrophages (Greenberg et Kunich, 2005 ; Amendt *et al.*, 2004, 2007 ; Wyss et Cherix, 2006; Gennard, 2007). Elle se base sur la détermination de la période de ponte des premiers Diptères colonisant le cadavre et concerne presque uniquement les larves de Calliphoridae (Wyss et Chérix, 2006). Elle repose sur la connaissance précise de leur cycle de développement et des variations engendrées par les diverses conditions écologiques, en particulier la température et l'hygrométrie. Dans ces conditions équivalentes, chaque espèce présente des durées particulières pour chacun des stades de développement. Théoriquement, cette méthode nous fournit une information précise, dès la ponte des premiers Diptères colonisant le cadavre jusqu'à l'apparition des mouches adultes de la première génération, elle nous permet de calculer ce qu'on appelle un IPM minimum. Cependant, cette technique ne peut être utilisée que pour la première génération de mouches trouvées sur le cadavre (Gaudry et Dourel, 2009).

- **La deuxième méthode (à long terme) :**

Cette technique s'appuie sur l'étude des successions de différentes espèces d'insectes au cours de la décomposition (Gaudry et Dourel, 2009). C'est aux travaux de Megnin que l'on doit la schématisation de la colonisation du cadavre en huit vagues successives d'arthropodes nécrophages sur les corps (Megnin, 1894). Cependant, elle est jugée peu pertinente car il est risqué d'estimer un IPM au-delà de la première génération de Diptères, en effet, l'arrivée des insectes nécrophages et leur succession chronologique (escouades) n'est pas toujours maintenue. Ceci est dû aux conditions climatiques locales qui influencent la dégradation du cadavre et le cycle de développement des insectes (Wyss et Chérix, 2006).

1.7.3. L'importance de l'IPM :

Détermination du temps depuis la mort, et donc l'IPM, est extrêmement précieuse dans les enquêtes criminelles, car cette information peut aider à identifier l'individu responsable de la mort de la victime et la victime (Gennard, 2007). Une telle classification et individualisation peut être faite via des comparaisons test afin d'éliminer des suspects (exclusions) et/ou connecter le défunt avec les personnes portées disparues au cours de la même période de temps. De façon similaire, l'IPM peut être appliquée dans les cas de négligence, d'abus, et le braconnage pour relier des suspects à la scène du crime (au moins pour démontrer le timing possible) ou de supprimer des individus comme

des suspects, ces méthodes présentent une bonne fiabilité tant qu'elles sont appliquées dans le cas d'un IPM court ou minimum et d'un corps soumis à des températures relativement constantes, elles permettent une datation du décès à quelques heures près. En revanche, passés quelques jours après la mort, elles deviennent inefficaces ou très imprécises, le légiste se base alors sur l'aspect général du cadavre pour estimer l'IPM (Charabidzé, 2008).

1.8. L'entomotoxicologie :

Au début des années 1980 une question originale découle d'une enquête criminelle aux États-Unis : peut-on détecter la prise de drogues par la victime à partir d'insectes prélevés sur la scène d'un crime ? La réponse de l'entomologiste consulté ne tarde pas et est affirmative. À partir de là, l'entomotoxicologie a pris véritablement son essor. L'entomotoxicologie est l'étude de la bioaccumulation des xénobiotiques chez les insectes ou d'autres arthropodes en vue de déterminer la présence éventuelle de ces mêmes xénobiotiques au niveau du cadavre (Intronaet *et al.*, 2001 ; Gagliano-Candela et Aventaggiato, 2001).

En effet, l'extraction de xénobiotiques provenant des insectes s'avère nécessaire lorsque le corps est trop décomposé (absence de tissus, de sang ou d'urine) pour procéder à des analyses toxicologiques sur des échantillons de tissus « classiques » (Benecke, 2007 ; Amendt *et al.*, 2010).

Le matériel biologique d'intérêt en entomotoxicologie se compose essentiellement de larves, de pupes, d'insectes adultes (aussi bien les Diptères que les Coléoptères), de pupes vides, d'exuvies et même parfois de matière fécale de Coléoptères (Gagliano-Candela et Aventaggiato, 2001).

En effet, les larves de Diptères, qui se nourrissent sur un corps intoxiqué, ne métabolisent qu'en partie les drogues ou toxines prises par la personne lorsque celle-ci était vivante (Amendt *et al.*, 2010). Le transfert de ces substances se fera également aux Coléoptères qui se nourrissent de ces larves ou directement du cadavre. C'est ce qu'on appelle un phénomène de seconde bioaccumulation (Intronaet *et al.*, 2001).

L'étude entomotoxicologique permet donc d'identifier et de quantifier la présence de xénobiotiques chez les arthropodes se nourrissant sur les cadavres (Tracqui *et al.*, 2004 ; Amendt *et al.*, 2010). Il est donc ainsi possible d'avoir une idée des causes du décès (Tracqui *et al.*, 2004).

L'entomotoxicologie permet également une meilleure estimation des IPMs (Tracqui *et al.*, 2004). La durée de développement des insectes peut être affectée par différents facteurs comme la température, la localisation du corps ou la densité de larves présentes (George *et al.*, 2009). Il

apparaît clairement que le développement des insectes pourrait donc être influencé par la présence de drogues (Tracqui *et al.*, 2004.; Georgeet *et al.*, 2009). La conséquence de ce phénomène serait une sous ou sur estimation de l'IPM (George *et al.*, 2009). Cependant, il a également été démontré que les drogues peuvent modifier la durée de développement des larves sans pour autant être retrouvées dans les analyses de larves (O'brien et Turner, 2004). Elles passeraient donc inaperçues et les IPMs seraient, de ce fait, mal estimés (O'brien et Turner, 2004).

Historique :

Le recours à l'entomotoxicologie, nouvelle branche de l'entomologie légale, permet à l'enquêteur de détecter la présence de substances toxiques dans des tissus d'insectes. La discipline s'est développée dans de nombreux pays européens, en Afrique du Sud, au Brésil et aux États-Unis. Dans les premiers temps, les analyses ont surtout eu pour but de révéler la présence de métaux lourds dans un objectif environnemental ou d'évaluer l'effet de pesticides sur les insectes. Vers les années 1970, les études se sont de plus en plus dirigées vers des applications médico-légales. La première investigation a porté sur un corps en décomposition avancée. L'urine, le sang et les organes n'étant plus disponibles, les analyses toxicologiques ont été réalisées sur des asticots d'un Calliphoridé, et les résultats ont permis de confirmer le suicide par prise de barbituriques. À la fin des années 1980, c'est un empoisonnement à l'insecticide que prouve la détection de malathion dans les tissus d'un Sarcophagidé prélevé sur un corps en état de décomposition avancée. De même, un empoisonnement à l'arsenic a pu être mis en évidence grâce à des larves d'autres Diptères (Piophilidés, Psychodidés et Fannidés) prélevées sur des restes humains (Gosselin, 2009).

2. Généralité sur les pesticides :**2.1. Définition d'un pesticide :**

Les pesticides sont, en terme générique utilisé pour désigner toutes les substances naturelles ou de synthèses capables de contrôler, d'attirer, de repousser, de détruire ou de s'opposer au développement des organismes vivants (microbes, animaux ou végétaux) considérés comme indésirables pour l'agriculture, l'hygiène publique, la santé publique, la santé des animaux, ou les surfaces non-agricoles. Ils sont l'un des rares substances qui sont à la fois toxiques et délibérément rejetés dans l'environnement (Burrah, 2011).

2.2. Les propriétés des pesticides :

• Propriétés physico-chimiques :

Placées dans un milieu comme le sol, les molécules d'une substance peuvent être soumises à des phénomènes qui modifient leur état physique sans altérer leur composition et leur structure. Les propriétés correspondant à ces changements d'état concernent soit les substances pures, liquides ou solides (Bouguerra *et al*, 2010).

• La tension de vapeur et volatilisation :

La tension de vapeur d'une substance est la pression de vapeur (PV) saturante l'équilibre thermodynamique des phases solides et liquides de cette substance 10^{-2} Pa est la valeur minimale de (PV) qui permet aux pesticides de s'évaporer. Nous citons les organochlorés et le 2,6-dinitroanile qui ont les (PV) les plus élevées. Les azotes, les Thio carbamates ont les valeurs les plus basses (Boukrou *et al*, 2018).

• La solubilité dans l'eau :

La solubilité d'un pesticide dans l'eau constitue sa concentration à l'équilibre d'une solution saturée à une température donnée (Boukrou *et al*, 2018). Elle s'exprime en mg.L (Calvet *et al*, 2005).

• Hydrolyse :

L'hydrolyse est évaluée par le temps nécessaire à la dégradation de 50% de la substance active dans l'eau, exprimé en jours ou en heures à un pH données (Calvet, 2005).

• Mobilité :

Il s'agit du potentiel de déplacement d'un pesticide dans le sol, Elle désigne aussi le temps nécessaire pour qu'un pesticide se décompose dans le sol (dégradation biologique ou abiotique) (Barret, 2006).

• Les propriétés chimiques :

Les pesticides peuvent participer à des réactions chimiques qui modifient leur composition et conduisent à leur transformation en composés inorganiques lors de leur minéralisation. Ces réactions sont possibles parce que les molécules contiennent des groupes fonctionnels pouvant subir des transformations chimiques sans l'action du rayonnement ultraviolet (Calvet., 2005).

2.3. Classification des pesticides :**2.3.1. En fonction de leur cible :**

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une grande variété de structures chimiques, de groupes fonctionnels et d'activité qui rendent leur classification relativement complexe. D'une manière générale, ils peuvent être classés en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose. Les produits phytosanitaires regroupent

plus de 900 matières actives qui rentrent dans plus de 8800 spécialités commerciales selon l'union des industries de la protection des plantes (Iupp, 2012). De plus, les variétés et les quantités utilisées diffèrent en fonction du pays où ils sont utilisés. Néanmoins, les systèmes de classification sont universels.

Le premier système de classification repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes familles chimiques qui sont : les herbicides, les fongicides et les insecticides (Errami.M, 2012).

• Les herbicides :

Représentent les pesticides les plus utilisés dans le monde toutes cultures confondues. Ils sont destinés à éliminer les végétaux rentrant en concurrence avec les plantes à protéger en ralentissant leur croissance. Les herbicides possèdent différents modes d'action sur les plantes :

- Les perturbateurs de la régulation d'une hormone 'l'auxine' principale hormone agissant sur l'augmentation de la taille des cellules.
- Les perturbateurs de la photosynthèse.
- Les inhibiteurs de la division cellulaire.
- Les inhibiteurs de la synthèse de cellulose.
- Les inhibiteurs de la synthèse des acides aminés.

(Errami.M, 2012).

• Les fongicides :

Permettent quant à eux de combattre la prolifération des maladies des plantes provoquées par des champignons. Les fongicides peuvent agir différemment sur les plantes :

- Les perturbateurs de la biosynthèse des acides aminés ou des protéines.
- Les perturbateurs du métabolisme des glucides.
- Les inhibiteurs respiratoires.

(Errami.M, 2012).

• Les insecticides :

Sont utilisés pour la protection des plantes contre les insectes. Ils interviennent en les éliminant ou en empêchant leur reproduction avec des effets neurotoxiques ou régulateurs de croissance (Errami.M, 2012).

2.3.2. En fonction de leur structure :

La classification se fait selon la nature chimique de la substance active du pesticide, on distingue trois catégories de pesticides (In Amieur, 2017).

• Les pesticides organiques :

Ils sont nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques. Il existe actuellement plus de 80 familles ou classes chimiques dont les plus connues sont (In Amieur, 2017).

• Les organochlorés :

Ce sont des insecticides qui contiennent du carbone, du chlore, et de l'hydrogène. Ils sont également appelés des hydrocarbures chlorés, des insecticides chlorés, et des synthétiques chlorés.

• Les organophosphorés :

Les organophosphorés (OP) sont des produits chimiques inhibiteurs de la cholinestérase, utilisés principalement en tant que pesticides. Ils sont également utilisés Comme agents de guerre chimique (agents nerveux) (In Amieur., 2017).

• Les carbamates :

Parmi les pesticides les plus utilisés dans le monde entier, il y a les Carbamates. Ces composés dérivés de l'acide carbamique sont probablement des insecticides. Les carbamates sont des inhibiteurs de l'activité d'acétylcholinestérase (AChE) (In Amieur, 2017).

• Les pyréthrinoides :

Sont une classe d'insecticides synthétiques, leur structure chimique est basée sur les pyréthrines naturelles, qui sont trouvés dans les fleurs de *Chrysanthemum cineraraefolium* (In Amieur, 2017).

• Les pesticides inorganiques :

Ils sont peu nombreux mais certains sont utilisés en très grandes quantités comme le soufre et le cuivre. Ce sont aussi des pesticides très anciens dont l'emploi est apparu bien avant les débuts

de la chimie organique de synthèse, il n'existe plus d'insecticides inorganiques et un seul herbicide est encore employé aujourd'hui comme désherbant total : le chlorate de sodium (Mairif., 2015). L'essentiel des pesticides inorganiques sont des fongicides à base de soufre et de cuivre sous diverses formes dont une des plus utilisées est la bouillie bordelaise ($[\text{Cu}(\text{OH})_2]_x$, CaSO_4) (hydroxyde du cuivre, sulfate de calcium) employée pour traiter la vigne, les arbres fruitiers, la pomme de terre (Mairif., 2015).

• Pesticides organométalliques :

Ce sont des fongicides dont la molécule est constituée par un complexe d'un métal tel que le zinc et le manganèse et d'un anion organique dithiocarbamate. Des exemples de ces pesticides sont le mancozèbe (avec le zinc) et le manèbe (avec le manganèse) (InAmiour, 2017).

2.4. Rôle et importance des pesticides :

- ✓ Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leurs actions.
- ✓ Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de Croissance).
- ✓ Assurer la conservation des produits végétaux, sauf si ces substances ou produits font l'objet de dispositions particulières concernant les agents conservateurs .
- ✓ - Détruire les végétaux indésirables ou détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.
- ✓ L'utilisation des pesticides peut aussi jouer un rôle en matière de la santé publique, soit vis-à-vis certains insectes comme les moustiques qui représentent des vecteurs de maladies graves tel que la malaria, soit vis -à-vis certains végétaux comme l'ambrosie; c'est une plante invasive possédant un pollen très allergisant qui provoque chez les personnes sensible des Pathologies notamment respiratoire (rhinite, trachéite) ou cutané (urticaire)(Socorro, 2015).

2.5. Mode d'action des pesticides :

Par mode d'action, on entend généralement le mécanisme par lequel la substance va exercer son effet sur la cible biologique du ravageur visé. La grande diversité des cibles s'accompagne d'une grande variété de modes d'action, aussi bien entre les différentes catégories de pesticides qu'à l'intérieur même de ces catégories, en lien avec leurs propriétés physicochimiques, et donc toxicologiques (Calvet et al., 2005).

• Actions des herbicides :

Les herbicides, appelés parfois dés herbants sont des substances chargées de détruire ou de ralentir la croissance des mauvaises herbes, nommées adventices. Elles se distinguent entre elles par rapport à leur voie de pénétration dans les végétaux et à leur déplacement dans la plante (In Belmehel nefouci, 2019).

Agissant sur différents processus de croissance et de développement des plantes, ils perturbent le fonctionnement de la physiologie de la plante (la photosynthèse ou la perméabilité membranaire), la croissance (la division cellulaire, l'élongation, etc.), la biosynthèse des constituants cellulaires (lipides, pigments caroténoïdes, acides aminés, etc.) (Batsch, 2011).

• Actions des fongicides :

Les fongicides sont des substances conçues exclusivement pour éliminer ou limiter le développement des champignons parasites des végétaux. Leur effet pourra être qualifié de « préventif » lorsque son action se situe avant la pénétration du parasite dans les tissus de la plante, de « curatif » lorsqu'il intervient sur des filaments déjà bien installés dans les tissus avant l'apparition des premiers symptômes, ou de « éradiquant » lorsqu'il intervient sur des filaments déjà bien installés dans les tissus avec l'apparition des premiers signes de la maladie (Azzouz, 2012)

. Leur mode d'action, peut être observé sur un seul site et on parle ici de fongicide uni-site, ou sur plusieurs cibles et on parle dans ce cas de fongicide multi-sites (Figure 4) (Batsch, 2011).

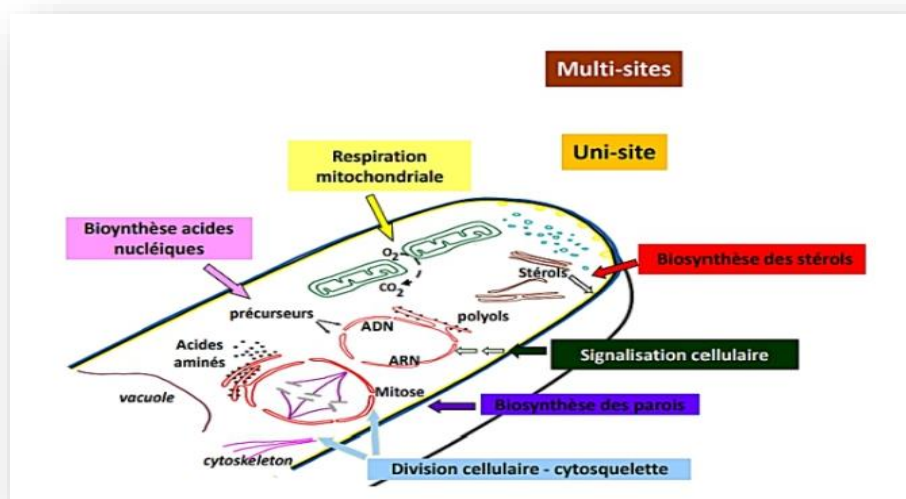


Figure 4 : Principaux sites d'action des fongicides (Inra, 2019) .

La plupart des fongicides utilisés n'ont qu'un seul site d'action pour stopper ou altérer le bon fonctionnement d'une réaction nécessaire à la survie du champignon, ce qui engendrera la mort de la cellule. Cependant, si ces cellules mutent au niveau de l'unique site d'action du fongicide, le produit peut devenir inactif car il ne reconnaîtra plus sa cible. Il en résulte ce qu'on appelle une résistance du pathogène au fongicide. Les fongicides multi-sites sont dans ce cas des alliés de choix puisque l'acquisition d'une résistance par le pathogène doit passer par la mutation de plusieurs cibles, ce qui n'est encore jamais arrivé. Plusieurs actions peuvent être attribuées aux fongicides à l'égard des cibles potentielles du pathogène. Le tableau 2 illustre les grandes de ces principaux modes d'actions sur les organismes cibles (In Belmehel nefouci, 2019).

<p>Action sur les processus respiratoires</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phosphorylation oxydative - Inhibition des complexes II et III - Inhibition de la germination 	<p>Action sur les biosynthèses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biosynthèse des stérols - Biosynthèse de l'ARN et de l'ADN - Biosynthèse des mélanines
<p>Action sur les microtubules</p> <ul style="list-style-type: none"> - Combinaison avec la tubuline 	<p>Autres modes d'action</p> <ul style="list-style-type: none"> - Action sur les membranes et la - Inhibition de l'élongation des tubes - Modification de la perméabilité cellulaire <p>Croissance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inhibition de la germination <p>Germinatifs</p>

• Actions des insecticides :

Les insecticides sont des biocides destinés à détruire les insectes pour assurer la protection des cultures. Largement utilisés en agriculture pour éliminer les ravageurs, ils sont également présents dans l'environnement domestique sous forme de spécialités contre les poux, des médicaments vétérinaires, d'insecticides ménagers, de produits de jardinage ou encore de xyloprotecteurs (Testud et Grillet, 2007). Considérés comme des produits neurotoxiques, leurs actions sur le système nerveux se manifestent par le blocage de la propagation de l'influx nerveux au niveau des neurones et des synapses, tant au niveau du système nerveux central que périphérique (Calvet *et al.*, 2005).

Certains insecticides agissent en perturbant la physiologie de la reproduction de l'insecte (perturbateurs de mue) alors que d'autres inhibent la production de chitine, élément constitutif majeur de l'exosquelette des insectes. Les insecticides peuvent également cibler les larves et les œufs d'insectes (Batsch, 2011)

2.6. Antracol (propinébe) :

2.6.1. Définition :

C'est un fongicide organique de contact du groupe des dithiocarbamate, la substance active de ce fongicide est le propinébe il apparaît sous la forme d'une poudre blanche à jaunâtre et pratiquement inodore.

2.6.2. Les propriétés physicochimiques de la matière active (propinébe) :

Formule brute : $(C_5H_8N_2S_4Zn)_x$

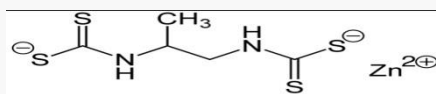
Poids moléculaire : 289.8

Point de fusion : Le produit se décompose en virant brun à partir de $160^\circ C$ environ. À $300^\circ C$ environ, les composants organiques du produit se subliment et laissent un faible résidu (ZnS) minéral.

Solubilité : Pratiquement insoluble dans tous les solvants usuels.

Stabilité : Instable en milieu fortement alcalin ou acide.

Formule développée :



(Ganglli, 1999)

2.6.3. Mode d'action :

L'Antracol bloque la germination des spores et la pénétration pathogène de mycélium dans les plantes. En raison de sa formulation supérieure, il adhère très bien à la surface des organes traités et a un bon effet résiduel qui dure 7 à 10 jours sur la zone traitée en fonction des conditions locales.

C'est un fongicide multi site qui empêche l'apparition de formes résistantes. Le produit a une bonne résistance aux pluies allant jusqu'à 10 mm. Antracol contient en outre des micro-éléments nécessaires à la croissance et au développement des plantes ([Www.nexles.com](http://www.nexles.com)).

2.7. Sencore :

2.7.1. Définition :

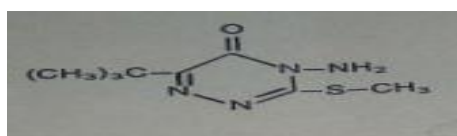
Sencore est un herbicide sélectif à base de métribuzine, substance active de la famille des triazinones. Absorbé par les racines et les feuilles des adventices, il est efficace sur les mauvaises herbes présentes au moment du traitement ainsi que sur celles qui lèveront ultérieurement. Sencore se caractérise par son large spectre d'efficacité sur graminées et dicotylédones.

2.7.2. Propriétés physicochimiques :

Désignation chimique : 4-amino-6-ter-butyl-3-(méthylthio)-1,2,4-triazine-5-(4H)-one

Nom commun : Métribuzin (proposé)

Formule développée :



Formule brute : C₈H₁₄N₄O₂S

Poids moléculaire : 214,3 g/mol

Apparence : cristaux incolores

Poids de fusion : 124,9°C__125,4°C (matière active pure). 120°C__125°C (matière active technique).

Solubilité : Dans l'eau : 0,12g/100g à 20°C. Dans le méthanol : 45g/100g à 20°C. Dans l'isopropanol : 13g/100g à 20°C. Dans la ligroïne : 0,48g /100g à 20°C

Stabilité : stable à 20°C dans les acides et bases dilués (jusqu'à pH ~12,5).

(Ganglli, 1999).

2.7.3. Mode d'action :

La métribuzine est une substance phytosanitaire du groupe triazine, elle est absorbée en premier lieu par les racines, ou par les feuilles, , avec translocation acropète dans le xylème, leur activité est due à une interférence avec le transport des électrons de photosystème II dans les chloroplastes situés dans la membrane des thylakoïdes des plantes (Archibald et William, 1987). Elle se comporte comme un véritable barrage du courant d'électrons au niveau de la plastoquinone (Tissut et Severin, 1984). Ces herbicides agissent donc par compétition avec la plastoquinone pour un site d'affinité localisé dans une protéine, la protéine B. Ainsi, dans le cadre de la chaîne de transfert d'électrons, la plastoquinone réduite ne peut plus utiliser le site d'affinité situé sur la protéine-cible et elle ne transmet pas son électron à l'accepteur suivant. Le transfert est bloqué. L'énergie lumineuse reçue par la chlorophylle n'est plus convertie en énergie électrochimique. Elle est dissipée sous forme de chaleur et de fluorescence (Ducruet, 1991). L'inhibition du PS II entraîne dans un premier temps l'arrêt du dégagement d'oxygène et de la fixation du CO₂. Mais il ne s'agit pas simplement d'une « mort de faim » de la plante. En effet, les chlorophylles excitées permettent la production d'oxygène singlet, forme très réactive, normalement inactivée par les caroténoïdes en formant des époxydes qui sont réduits ensuite par le NADPH produit par le transfert non cyclique d'électrons. Les herbicides inhibant le PS II en bloquant le transfert d'électrons, l'oxygène singlet va rester actif et entraînera la destruction oxydative des constituants du thylakoïde, dont les pigments. De plus, l'arrêt du transfert non cyclique entraîne celui de la nitrite réductase, ce qui génère une accumulation de nitrites toxiques (Ducruet, 1991 ; Moreland, 1967 ; Tissut et Severin, 1984).

2.8. Toxicologie des pesticides

2.8.1. Toxicocénitique

• Absorption :

Les pesticides pénètrent aisément par toutes les voies de pénétration : cutanée, respiratoire et digestive.

- **Voie respiratoire** : Dans ce cas les pesticides peuvent être absorbés sous forme d'aérosols ou de poussières, en effet, les produits toxiques vont passer directement dans la circulation en raison du contact étroit entre le sang et l'air alvéolaire (Bouguerra et al, 2010).

- **Voie cutanée** : Ce mode de pénétration dépend de la nature du produit et son affinité pour la peau et de l'état de la peau. La pénétration est d'autant plus aisée que le produit est lipophile ; c'est le cas des organochlorés (Belgasmi et Ahlem, 2021).

- **Voie digestive :** Ce mode de pénétration s'observe la plupart du temps lors de la consommation des produits traités par les pesticides. Il dépend du degré de solubilité du produit considéré et des réactions de défense de l'organisme, en particulier le rôle du foie dans la détoxification de ces substances avant leur introduction dans la circulation générale (Bougueraa et *al.*, 2010). L'absorption des pesticides par les organismes vivants surtout chez l'animal est très bonne quel que soit la voie de contamination. Elle est favorisée par la liposolubilité du produit mais une partie de l'hydrosolubilité doit être conservée pour assurer la dissolution du produit dans la phase aqueuse intracellulaire. Le transport sanguin se fait de façon multi compartimentale, les pesticides se fixent dans les hématies ou sur les protéines plasmatiques avant d'être distribués vers les compartiments de l'organisme. Certains pesticides comme les organochlorés se fixent à la fois sur les hématies et les protéines plasmatiques (Bouvier., 2005).

• **La distribution :**

La distribution des pesticides est en fonction de la voie d'administration. Ainsi un composé administré oralement pourrait subir des dégradations au niveau de l'intestin et être éliminé sans pénétrer dans le courant sanguin, un composé administré par voie orale et/ou intra péritonéale peut être absorbé par la circulation porte et aboutir directement dans le foie, site de son métabolisme. Les pesticides ont tendance à se répartir à tous les niveaux de l'organisme intoxiqué, néanmoins pour certains d'entre eux la distribution se fait de manière préférentielle, ainsi le tissu adipeux représente le site de stockage privilégié de la plupart des organochlorés. Il faut toutefois noter que la rétention, de ces pesticides par le tissu adipeux est limitée, elle représente un mécanisme de protection éloignant la substance toxique de ces organes ciblés (Chorfi, 1982).

• **Métabolisme :**

Tous les pesticides toxiques introduits dans l'organisme provoquent des altérations plus ou moins marquées des fonctions physiologiques, mais il faut noter que réciproquement l'organisme agit sur ces substances toxiques et les transforme en d'autres produits par des réactions diverses faisant intervenir des systèmes enzymatiques. L'organe principal impliqué dans ces processus de transformation des pesticides et le foie grâce à son équipement enzymatique important contenu essentiellement au niveau des microsomes hépatiques, il représente le siège du catabolisme des pesticides (Hayes, 1982).

La transformation des pesticides comprend en général des réactions d'hydroxylation, d'oxydation d'hydrolyse et de conjugaison (Bouvier, 2005).

• **Élimination :**

Les pesticides sont éliminés quand ils ne sont pas stockés par les principales voies suivantes :

- Élimination par voie rénale.
- Élimination par voie digestive.
- Élimination par voie respiratoire.

D'autres voies telles que l'élimination par les glandes mammaires, l'élimination par la bile et l'élimination dans le jaune d'œufs participent aussi aux processus d'élimination (Bouguerra *et al.*, 2010).

2.8.2. Toxicodynamique des pesticides :

Les pesticides sont conçus pour avoir un effet toxique sur des organismes vivants cibles. Ainsi, dans la liste des biocides on relèvera principalement trois grandes familles : les insecticides, les fongicides et les herbicides. Les insecticides peuvent avoir une action sur le système nerveux (neurotransmission), la respiration ou sur la mue. Les fongicides agissent sélectivement sur la respiration, la biosynthèse (stérols, ARN), la croissance ou la perméabilité cellulaire. Enfin les herbicides peuvent avoir un effet perturbateur sur la photosynthèse, sur la synthèse des lipides et des acides aminés, sur la division cellulaire ou sur la croissance. Les substances actives interviennent donc sur des processus métaboliques fondamentaux, et leur potentiel toxique est donc effectif à la fois sur les espèces ciblées et sur les autres espèces présentes dans les écosystèmes contaminés par leur transfert (Fauvelle, 2012).

2.9. Toxicité des pesticides :

Les pesticides sont des produits généralement toxiques pour les organismes vivants. Ils se dégradent difficilement alors qu'ils deviennent à long terme des agents toxiques s'accumulant fréquemment dans les organismes vivants. Cette toxicité liée à leur structure moléculaire, ne se limite pas en effet aux seules espèces que l'on souhaite éliminer. Beaucoup de pesticides ne sont pas mutagènes mais deviennent actifs après leurs transformations métaboliques. (Aizel, 2004, Claver *et al.*, 2006, Calderon-Segura *et al.*, 2007, Pimentel et Peshin, 2014, Matthews, 2016).

2.9.1. Toxicité pour l'homme :

Les maladies de l'être humain dues aux pesticides sont considérées comme étant le prix le plus cher à payer quand ces pesticides atteignent des zones non ciblées par le traitement. Bien que la majeure source d'exposition des Hommes soit les résidus dans l'alimentation, les pesticides peuvent également être absorbés par l'eau de boisson, l'inhalation de l'air contaminé, ou par contact direct avec la peau. L'exposition aux produits phytosanitaires peut engendrer deux effets sur la santé humaine : effets aigus ou effets chroniques. Les effets aigus et leurs conséquences sont le plus souvent immédiats alors que les effets chroniques se développent sur une période plus longue et peuvent persister longtemps. Ces effets sont de nature cancérogène, affectant la reproduction ou

sont d'ordres neurologiques, causant ainsi des troubles psychologiques, en particulier des syndromes dépressifs. Le malaise, la fatigue, le vertige arrivent généralement aux individus empoisonnés par ces composés, Ils peuvent être aussi cytotoxiques, embryotoxiques, mutagènes, tératogènes ou génotoxiques (Hayo et Werf, 1996, Ould Kankou, 2004, Jawich, 2006, Bhanti, 2007, Saiba, 2008, Matthews, 2016).

2.9.2. Toxicité des pesticides pour l'environnement :

Bien que l'utilisation des pesticides soit plus dirigée vers le contrôle des bioagresseurs qui attaquent les plantes, une grande partie des pesticides atteint le sol. Mais ce dernier contient une population biologique qui se compose de bactéries, champignons, algues, vers de terre, acariens et insectes...etc. qui ont un rôle crucial dans le maintien de la fertilité des sols. Toutefois, il est difficile de prédire les effets à long terme de ces changements structurels sur la microflore du sol. Les vers de terre contribuent à la fertilité du sol et constituent un élément important des réseaux trophiques terrestres. La principale voie d'exposition des vers de terre aux pesticides se fait par l'eau du sol contaminé. Les dégâts sont souvent observés lorsque de fortes pluies se produisent après l'application. Les pesticides peuvent causer des dommages importants à la vie aquatique. La toxicité aquatique des pesticides est souvent évaluée en déterminant la toxicité pour les algues, les crustacés et les poissons, représentant les trois principaux niveaux trophiques. Il est clair que l'évaluation de l'écotoxicité d'une substance est compliquée, car elle implique des milliers d'espèces différentes qui réagissent différemment lorsqu'ils sont exposés (Hayo et Werf, 1996 ; Polyraakis, 2009, Pimentel et Peshin, 2014, Stanley et Preetha, 2016).

Chapitre II :

Matériels et Méthodes

1. Le site d'étude :

Cette étude a été effectuée dans l'animalerie au niveau du département des sciences agronomiques de l'université 20Août 1955 Skikda (figure 5), durant la période de 13/02/2022 jusqu'à le 24/05/2022.



Figure 5 : Localisation du site d'expérimentation.

(A) . Animalerie ;(B). Localisation satellite de la zone d'étude, l'animalerie (bleu).

2. Matériel utilisés :

2.1. Matériel biologique :

On a utilisé trois lapins mâles *Oryctolagus cuniculus* d'un poids corporelle (2,26kg, 2,3kg, 2,38kg), Les lapins sont mis dans une cage métallique (figure 6).



Figure 6 : Les trois lapins utilisés (photo origine).

Tableau 1 : Classification du lapin domestique Règne Animale(Linnaeus,1758)

Règne	Animale
Embranchement	Chordé vertébré
Classe	Mammifère placentaire
Ordre	Lagomorphe
Famille	Léporidé
Genre	Oryctolagus
Espèce	Oryctolagus cuniculus

2.2. Matériel chimiques :

Pour la réalisation de ce travail nous avons utilisé 2 pesticides : Antracole et Sencore (Figure (7), (8)).



Figure 7 : Sachée de l’antracol (propinèbe). **Figure 8 :** Sachée de sencore (métribuzine).

2.3. Matériel de laboratoire :

L’ensemble de matériels utilisés dans notre expérimentation seront cités au fur et à mesure de leurs utilisations.

3. Les méthodes :

3.1. Capture et prélèvement des spécimens :

Afin de pouvoir faire un élevage des insectes des différents stades, on a utilisé des boîtes de pétris contenant de la viande hachée frais placée à l'intérieur des pièges a appâts (figure 9) à pour attirer et collecter le maximum des adultes et des pontes, les adultes et les œufs capturés sont directement placés dans les différentes cages d'élevage.



Figure 9 : Les Piges à appâtes contiennent des viande hachée et sucre.

3.2. L'élevage des spécimens récoltés :

Dans le but d'étudier le cycle de développement des diptères nécrophages on a réalisé une série d'élevage des œufs et des larves récupérées après échantillonnage (Figure 10), utilisés comme étant une source pour l'obtention des œufs utilisés directement sur les cadavres traités.

Les œufs et les larves récupérées sont placées dans des cages d'élevage contenant des boites de pétri avec la viande (substrat nourricier pour les larves), d'autre boites avec du sucre et buvettes (source de nourriture pour les adulte) (Figure 8). L'ensemble des boites est placé sur un bac de sable pour faciliter la migration des larves de troisièmes stades. Afin de favorise l'élevage nous avons fourni des bonnes conditions pour le développement Le suivi des échantillons est fait régulièrement jusqu'à l'émergence.



Figure 10 : Les œufs de diptères nécrophages récupérés après l'échantillonnage.



Figure 11: Un cage d'élevage contient les œufs collectés.

3.3. Montage et identification des larves :

Le montage s'effectue sur des larves de stade III, préalablement bouillie.

1- Des fissures longitudinales et transversales sont effectuées au niveau de la cuticule (Figure 12). Cette opération facilite pénétration de la solution dans laquelle l'échantillon est ensuite immergé et facilite aussi la phase finale de l'analyse de la préparation.

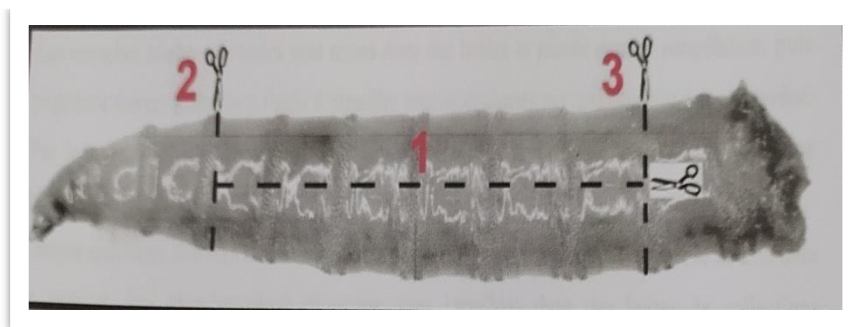


Figure 12 : Représentation des différentes zones de dissections produites sur la larve

(Amendt *et al.*, 2010).

- 2- Immersion (pendant quelques minutes) de l'échantillon dans une solution, préalablement chauffé évitant ébullition. Cette solution est constituée de KOH à 10 %. L'hydroxyde de potassium, mieux connu comme " potasse caustique " est une base minérale forte qui a pour fonction de dégrader les tissus internes de la larve et maintenir la cuticule et le céphalosquelette dont des caractères morphologiques et sont utiles pour la détermination des espèces. Cette étape est très délicate car la solution (KOH10 %) a une action rapide.
- 3- Retirer l'échantillon de la solution et rincé à l'eau distillée. Nous recommandons plus d'un rinçage pour être sûr de supprimer toutes les traces de KOH qui pourrait interférer avec la visualisation au microscope.
- 4- Procéder à la déshydratation dans d'alcool. Avant d'être monté sur la lame, les échantillons doivent d'être déshydratés, pour retirer toute trace d'eau dans les tissus. Elle consiste à immerger l'échantillon dans quatre récipients différents contenant chacun l'éthanol à concentrations ascendante (70 °, 80 ° et 100 °) pendant 3 minutes.
- 5- L'immersion de l'échantillon dans le l'ixane pendant quelques minutes. Cette étape élimine toutes les traces d'alcool dans les tissus et prépare l'échantillon pour être monté entre lames et lamelles.
- 6- Les spécimens préparés sont montés entre lame et lamelle dans une goutte de baume de Canada. Avant observation microscopique il est recommandé de laisser sécher quelques heures dans l'étuve. (In Boulkenafet, 2016).

3.4. Traitement toxicologique :

Pour le traitement toxicologique des lapins nous avons utilisé deux pesticide, sencore (métribuzine) et antracol (probinéb),ils ont été traités avec une dose létale DL50, qui est administrée par voie orale (gavage) a l'aide de deux seringues à sondes gastriques.



Figure 13 : Gavage des lapins (photo origine)

Tableau 2 : les différentes données du traitement toxicologique

	<i>Expérience 1</i>	<i>Expérience 2</i>	<i>Témoin</i>
<i>Poids des lapins (kg)</i>	2,38	2,26	2,3
<i>Traité par</i>	<i>Mètribuzine</i>	<i>Probinéb</i>	Non traité
<i>La dose de produit (mg/kg)</i>	<i>DL50 >500</i>	<i>2500</i>	
<i>La dose par poids (mg)</i>	<i>2000</i>	<i>5650</i>	
<i>La voie d'administration</i>	<i>Orale</i>	<i>Orale</i>	
<i>Nbr de dose</i>	<i>7 dose</i>	<i>6 dose</i>	
<i>Date de l'administration</i>	<i>18/04/2022</i>	<i>18/04/2022</i>	
<i>Date de la mort</i>	<i>22/04/2022</i>	<i>21/04/2022</i>	<i>21/04/2022</i>

3.5. Dispositif expérimental :

Après la mort des lapins traités nous avons disséqué les lapins pour prélever les organes, afin de les utiliser comme un substrat nourricier pour les larves nécrophages, les différents organes sont mis dans des boîtes de pétri marquées et placés dans le réfrigérateur.



Figure 14 : La dissection des lapins.

Figure 15 : Les organes des lapins.

3.5. Mise en place des cadavres :

Les cadavres ont été déposés le 23/05/2022 à l'air libre dans un milieu qui facilite l'accès des insectes et évite les prédateurs.

3.6. Prélèvement et implantation des pontes :

Le prélèvement des œufs a été effectué le 24/05/2022 à partir de Caracas des lapins déposées, les œufs prélevés sont placés sur les organes.

3.7. L'élevage :

Les organes implantés par les œufs sont mis dans des boîtes de pétri, ces dernières sont placées ainsi dans des boîtes d'élevage.



Figure 16 : Les boites d'élevages (photo origine).

3.8. Montage et identification des adultes :

L'identification des spécimens adultes est faite selon des critères cités par Szpila (2012) au niveau de laboratoire d'agronomie (figure 17).

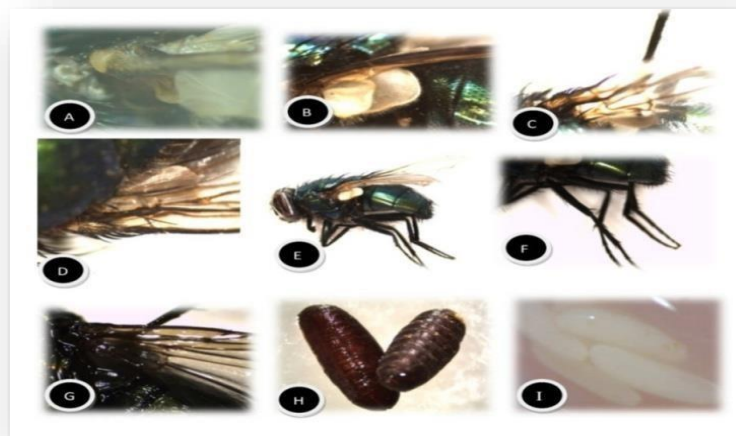


Figure 17 : Les critères d'identification des espèces de diptère (Szpila,2012). (A). Basicosta, (B). Calyptère, (C, D). Steamvein, (E). *Lucilia sericata* (Imago), (F). Pattes, (G). steamvein, (H). pupes, (I). Oeuf.

Chapitre III :

Résultats et discussion

1. Résultats :

Résultats de prélèvement et identification :

Les résultats obtenus ont permis d'identifier une seule espèce *Lucilia sericata* appartient à famille Calliphoridae.



Figure 18 : Photo origine le *Lucilia sericata*.

• La variation de la température consommée par les larves dans les 3 lots :

Les résultats obtenus (figure 19) montrent que la somme des températures consommées par Les larves du 1^{er} stade qui se nourrissent les reins dans les lots (lot 2 et lot 3) est la même (27°C) et elle est importante par rapport aux larves de lot 1 (18 °C). Les résultats prélèvent du deuxième state présente une légère augmentation chez les larves traitées de lot 3(39°C) et une légère diminution chez les larves des Lot2 (36 °C) et lot 1 (27°C). La comparaison entre les larves du 3eme stade nous a permis de relever que la valeur la plus haute de la température consommable est enregistré chez les larves du lot3 (104 °C) par apport au larves du lot2(98°C) et Lot 1(89 °C) Pour la phase pupale la température consommée est différente entre les 3 lots, (202°C), (197°C) et (188°C) successivement chez les larves du lot3 ; lot2 et lot1. L'émergence des adultes a besoin d'une température de 214 °C pour les larves du lot3 ,206 °C pour lot2 et, 197°C pour lot1.

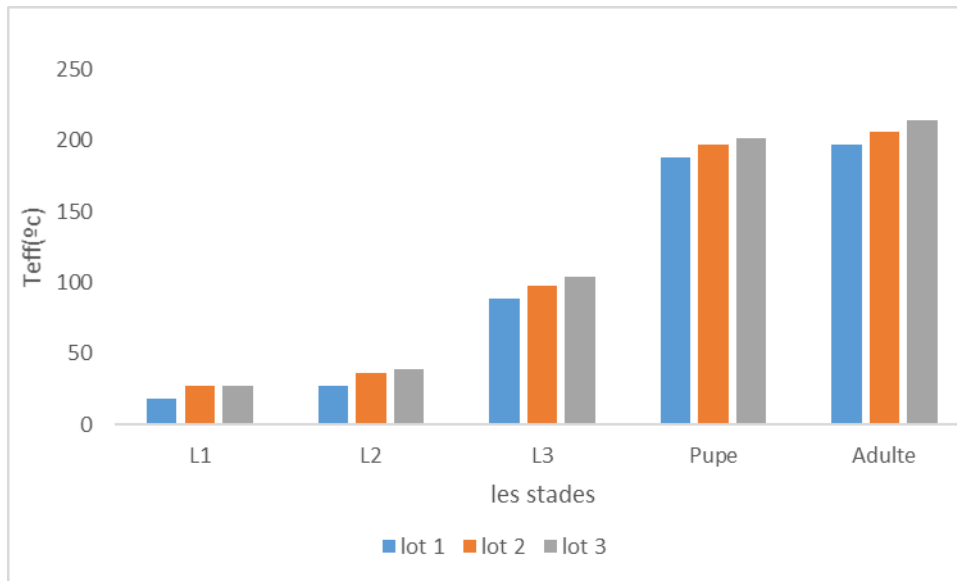


Figure 19 : La variation de Température effective consommé par les larves dans les 3 lots dans chaque stade.

• **La variation de la température consomme par les larves dans chaque stade larvaire entre les deux lots (1) et (2) :**

Le test est fait sur les organes suivant muscle et rein. La comparaison de la T eff consommée par les larvaires des différents stades (figure 20 et 21) montre les résultats suivants :

Les muscles :

Les résultats obtenus (figure 20) montrent que la somme des températures consommées par Les larves du 1^{er} stade de lot traité (27°c) est importante par rapport aux larves de lot témoin (18 °c). La même remarque est faite avec les larves du deuxièmes stades(39°c) pour les larves de lot 2 et (27°c) pour les larves de lot 1. A partir de ce stade la valeur la plus haute de la température consommable est enregistré chez les larves du lot1 (78 °c pour L3,176 °c pour phase pupale et 186 °c pour l'émergence)par apport au larves du lot2(75 °c pour L3,172 °c pour phase pupale et 182 °c pour l'émergence).

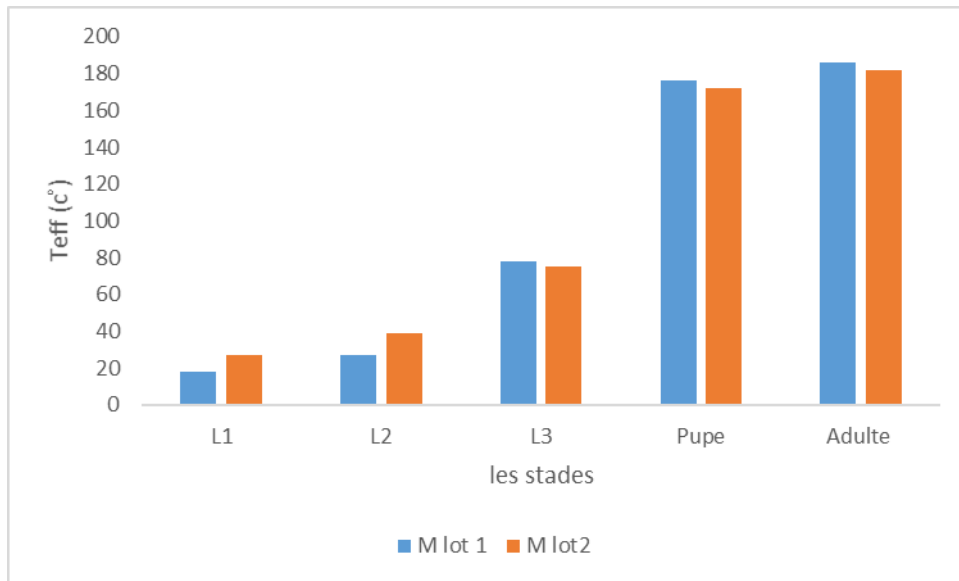


Figure 20 : La variation de la température consommée par les larves dans chaque stade larvaire entre les deux lots (1) et (2) dans les muscles.

Les reins :

- Le 1er stade larvaire : la Teff la plus consommée (27°C) chez lot 2 par rapport chez lot1(18°C).
- Le 2ème stade larvaire : La Teff la plus consommée (36°C) chez lot 2 par rapport lot1(27°C).
- Le 3ème stade larvaire : la Teff la plus consommé enregistrée chez lot 2(98 °c), Par rapport chez lot1 (89 °c).
- La phase pupale : La Teff la plus consommée(197°C) chez lot2 par rapport chez lot 1(188°C).
- L'émergence des adultes : La Teff la plus consommée (206°C) chez lot 2 Par rapport chez lot1 (197°C) (Figure 21)

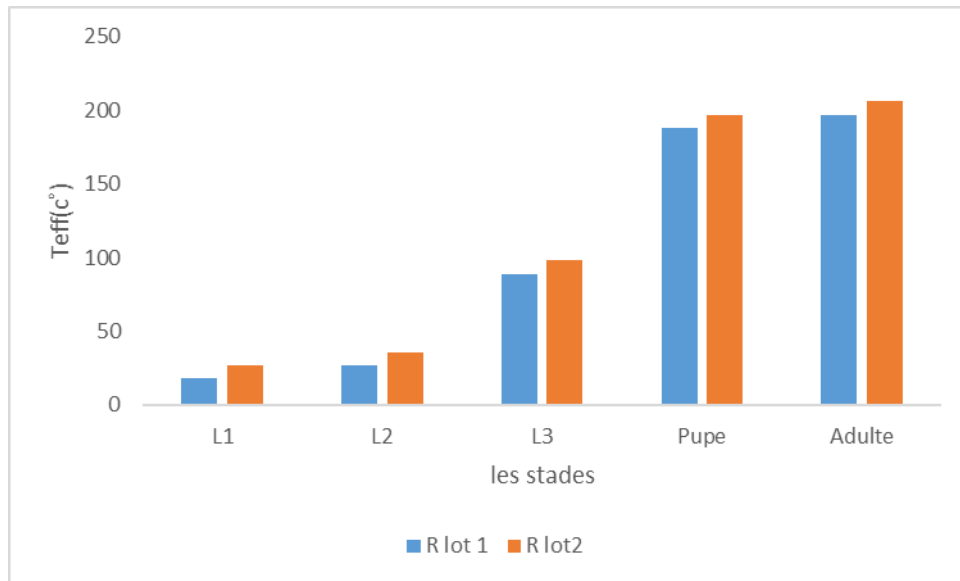


Figure 21 : la variation de Température effective consommé par les larves dans chaque stade larvaire entre les deux lots (1) et (2) dans les reins.

• **La variation de la température consomme par les larves dans chaque stade larvaire entre les deux lots (1) et (3) :**

Le test est fait sur les reins.

La comparaison de la Teff consommée par les différents stades larvaires (Figure22) montre les résultats suivants :

Les reins :

Les résultats obtenus présenté par la (Figure 22) montrent que la somme des températures consommées par les larves de lots traite est plus importante que cela consommée par les larves de lot témoin ou on a enregistré selon les stades des valeurs suivantes chez les traites (L1 :27 °c, L2 :39 °c, L3 :104 °c pupe :202 °c et émergence 214 °c) chez le témoin (L1 :18 °c, L2 :27 °c, L3 :89 °c pupe :188 °c et émergence 197 °c).

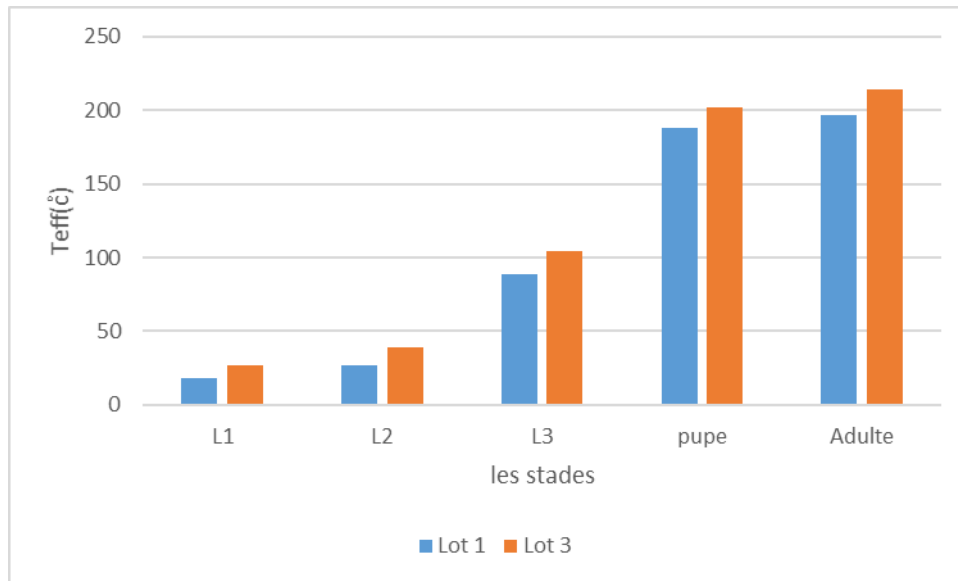


Figure 22 : la variation de Température effective consommé par les larves dans chaque stade larvaire entre lot 1 et lot 3 dans les reins.

• La variation de la température consommé par les larves dans différents organes

Les larves de lot 01 :

Le test est fait sur les organes suivants muscles, gros intestin, reins. La comparaison de la température effective consommée par les différents stades larvaires (Figure 23) montre que les 1ers stades larvaires la Température effective consommée est la même (18°C) enregistré chez les larves nourries sur le muscle et le gros intestin et les reins. Dans le 2^{ème} stade larvaire la température effective consommée est la même (27°C) marquée chez les larves nourries sur les muscles et les reins et le gros intestin. La Température effective la plus consommée par les larves du 3^{ème} stade (89°C) enregistrée chez les larves nourries sur les reins par rapport aux autres larves nourries sur les muscles (69 °C) et les gros intestins (60 °C). Dans la phase pupale on a observé que la Température effective la plus consommée est enregistrée chez les larves nourries sur les gros intestins (209°C) par rapport aux autres larves, (188°C) pour les larves nourries les reins et (167 °C) pour les larves nourries les muscles. L'émergence des adultes a besoin d'une Température effective de (221°C) pour les larves nourries sur les gros intestins et (197°C) et (167 °C) pour les larves nourries sur les reins et les muscles successivement.

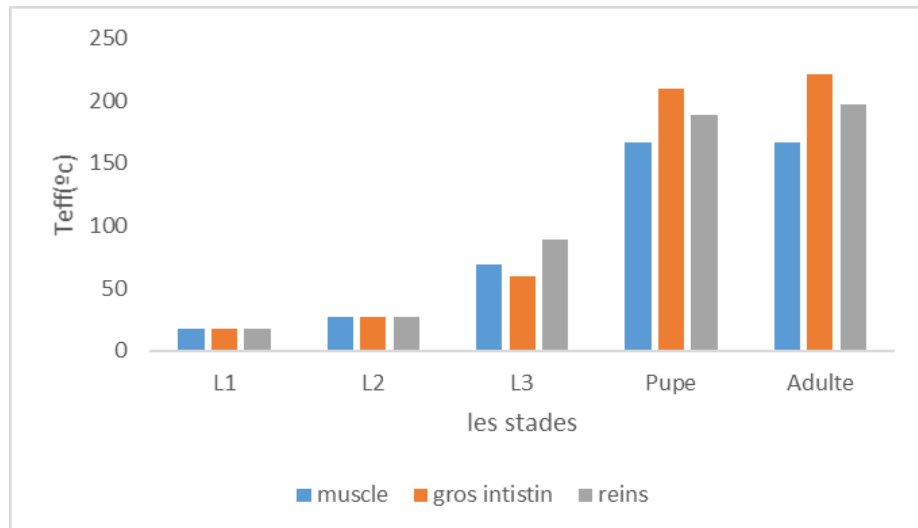


Figure 23: La variation de la température consommée par les larves dans différents organes de lot 1

Les larves de lot 02 :

Le test est fait sur les organes suivants : muscles, gros intestin, reins et testicules. La comparaison de la température effective consommée par les différents stades larvaires (Figure 24) montre que les 1^{ers} stades larvaires la température effective la plus consommée (36°C) est enregistrée chez les larves nourries sur les testicules par rapport aux autres larves nourries sur le foie, le muscle et les reins (27 °C). Dans le 2^{ème} stade larvaire la température effective la plus consommée (59°C) est marquée chez les larves nourries sur les testicules par rapport aux autres larves nourries sur les autres organes étudiés qui ont consommé (36 °C). La température effective la plus consommée par les larves du 3^{ème} stade (98 °C) enregistrée chez les larves nourries sur les testicules et les reins par rapport aux autres larves nourries sur, le muscle et le foie (69 °C). Dans la phase pupale on a observé que la température effective la plus consommée est enregistrée chez les larves nourries sur les reins, le foie et les testicules (197°C) par rapport aux autres larves, (167°C) pour les larves nourries les muscles et (69°C). L'émergence des adultes a besoin d'une température effective de (206°C) pour les larves nourries sur le foie ; les testicules et les reins et 177°C pour les larves nourries sur les muscles.

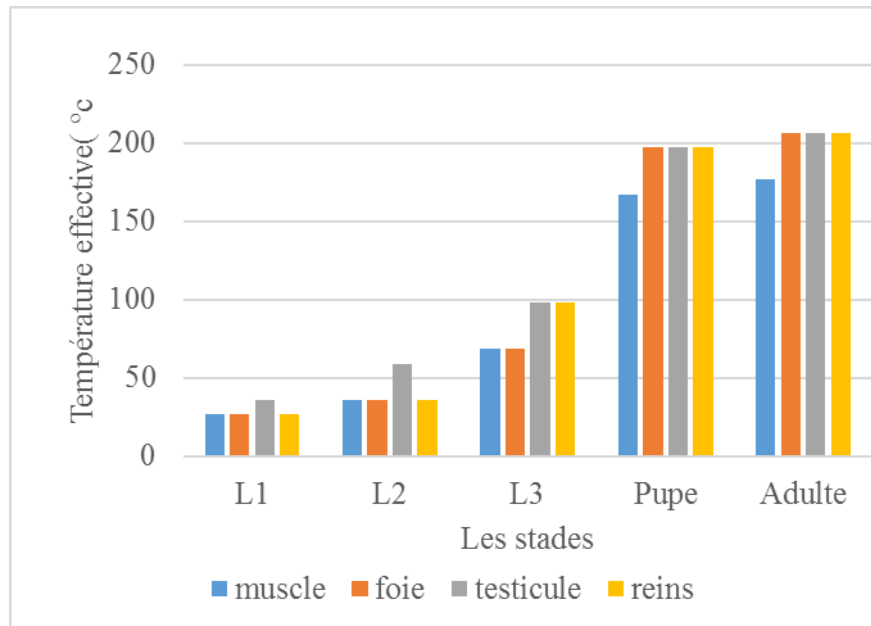


Figure24 : La variation de la température consommée par les larves de chaque stade larvaire dans le lot 2

Remarque :

Le reste des larves qui se nourrissent des organes traités par les deux pesticides et qui ne sont pas mentionner dans cette interprétation n'arrivent pas à finir le cycle de développement (la plupart arrêtées dans le 1^{er} stade larvaire).

2. Discussion :

L'entomologiste forensique aura pour but de « faire parler » les insectes présents sur un cadavre. Il pourra estimer l'intervalle de temps depuis la mort de l'individu, à l'aide des insectes nécrophages présents sur le cadavre et jusqu'à plusieurs mois après le décès (Amendt *et al.*, 2004). Durant notre période d'étude les résultats obtenus montrent une dominance particulière des espèces de la famille des Calliphoridae, ces résultats sont concordés avec l'étude de Charbidzé (2008). Cette dominance s'explique par le fait que ces insectes sont attirés par les liquides émanant du cadavre grâce à leur système sensoriel très perfectionné adapté à la détection rapide d'un cadavre qui est pour eux une ressource alimentaire est un endroit propice pour les pontes des œufs (Manginet *et al.*, 1994 ; Charbidzé, 2008 ; Talebi, 2013 ; Fikiri, 2014).

L'exactitude de l'estimation de la date de la mort impliquant un empoisonnement aux différents substances a fait l'objet de débats dernières années ; d'après Golff (1993) peu d'étude disponible qui ont exploré les effets des médicaments et drogues et autres composés chimiques existants dans les tissus cadavériques sur le comportement, la décomposition cadavérique et le taux de développement des insectes nécrophages.

Dans notre étude on observe qu'il existe une perturbation dans la consommation de la Température effective dans le cycle de développement des larves entre le témoin et les deux traités. Les larves de *Lucilia sericata* qui ont complétées leurs cycles de développement et qui se nourrissent des organes traités par les deux pesticides (Antracol et Sencore) tel que les reins et les muscles consomment une somme Température effective plus élevés successivement (TRTA = 214°C et TRTS = 206°C et TRTS = 177°C) que chez les larves qui se nourrissent des mêmes organes du témoin qui ont consommés une température effective successivement (197°C et 167 °C) Ces résultats sont confirmés par les travaux d'el. Aamadet *et al* (2011) qui ont mené une étude sur l'effet du Tramadol sur le développement des larves *Lucilia sericata* et constatait que cette substance a retardé leur développement.

Notre résultat sont concordés avec l'étude de Ahmed Hzila *et al* (2017) ; Dob *et al.* (2018) ; Yuan-Wei *et al* (2010) ; Abd El Bar et Sawaby (2011) ; Wolff *et al* (2004) affirment que certains composés chimiques peuvent modifier le processus de décomposition en altérant l'activité et le

développement des insectes et principalement les diptères présents sur les cadavres en modifiant la durée de décomposition cadavérique ce qui peut conduire à des erreurs dans l'estimation de IPM, un facteur qui doit être prise en considération dans les enquêtes dont la mort est suspecte. Des études similaires ont été menées par Goff *et al* (1993) pour l'antidépresseur tricyclique amitriptyline a été testé de manière similaire sur *Pruficornis*. Ici, il n'y avait pas de différences significatives dans le taux de développement lié aux concentrations du médicament administré jusqu'au troisième stade post-alimentation. La durée de la phase de post-alimentation était plus longue pour toutes les colonies nourries avec le médicament, et la mortalité larvaire était plus élevée dans les colonies traitées : Aucune différence significative n'a été observée dans la mortalité des pupes entre les traitements ; cependant, le stade de pupa était plus long pour les colonies nourries avec des tissus de lapins recevant les doses létales médianes et deux fois médianes. L'étude de Abe Al Galilet *al* (2020) ; Cindy *et al* (2015), est concordantes avec nous résultats, dans leurs études sur les produits ménagers telle que l'eau gravelle, l'essence sans plomb, anti moustiques, parfum, soude caustique et insecticide utilisées pour masquer la présence d'un cadavre ou pour empêcher la colonisation sur le développement larvaire de *Lucilia sericata*. Ces types de produit chimiques affectent des insectes et modifiant l'analyse entomologique médico-légale ou ils observent une diminution des taux de survie des larves mais aucun effet significatif sur leur temps de développement ou la taille adulte.

Nos résultats ne sont pas concordantes avec les travaux de Aouzelet *al* (2017) ; Wyss et Cherix (2016) sur l'alcool qui affirme que cette substance n'affecte en rien le développement des insectes, cet argument est appuyé par Pienet *al* (2004), qui démontre que le diazépam (benzodiazépine) qui appartient aux psychotropes et qui a la même effet qu'une substance utilisée dans notre expérimentation (Lévomépromziane) qui ne provoque aucune modification du développement des larves de *Calliphora vicina*. Des études similaires ont été menées par Goff *et al* (1989) dans leurs études sur les effets de la cocaïne sur le développement de la mouche sarcophage *Boettcheriscapérégrina* (Rodineau-Desvoidy). Dans cette étude, des asticots ont été élevés sur des tissus de lapins ayant reçu des doses connues de cocaïne, correspondant à 0,5, 1,0 et 2,0 fois la dose létale médiane en poids. Deux schémas de développement ont été notés. Les colonies témoins et les colonies sublétales se sont développées à peu près au même rythme, comme l'indique la longueur totale du corps. En revanche, les colonies nourries avec les tissus des doses létales et doublement létales se sont développées plus rapidement. Encore il y'a une étude a été menée par Goff *et al* (1991) pour l'héroïne utilisant des magots de *B. pérégrina*. Dans ces études, l'héroïne, dans les tissus comme la morphine, a entraîné un développement plus rapide des asticots et la

production d'asticots plus gros dans toutes les colonies traitées, jusqu'à ce que la taille maximale soit atteinte.

En peut expliquer cette perturbation par le fait que les larves en se nourrissent des tissus cadavériques vont accumuler et stocker dans leur tissu les éventuelles substances toxiques (médicament, drogues ; poisons, alcool ...), car la diffusion des composés assimilés s'effectue via l'hémolymphe vers les organes de détoxification, principalement les tubes de Malpighi annexes au tube digestif (Parry *et al* ;2011). Les voies métaboliques et les enzymes responsables de la métabolisation des drogues sont encore à préciser chez les diptères *Calliphoridae* de manière générale 3 grandes types d'enzymes semblant agir chez les insectes : les monooxygénases, les glutathion S-transférases et les estérases (Haubruge et Amichot .1998). Nuorteva et Nuorteva (1982) ont décrit la récupération réussie du mercure à partir de diverses espèces de larves de mouches à viande (*Calliphoridae*) élevées sur des tissus de poissons contenant des concentrations connues de métal lourd . Il avait observé que le mercure se bioaccumulait dans les larves en développement lorsqu'elles se nourrissaient des tissus contaminés, et les concentrations récupérées dans les larves augmentaient avec la durée de la période d'alimentation. Peu d'études ont examiné les effets d'autres contaminants tissulaires, comme les toxines ou les polluants environnementaux, sur le comportement ou sur les schémas de développement des insectes colonisant ces tissus. Ces dernières années, l'intérêt s'est également porté sur l'utilisation potentielle des insectes charognards comme spécimens toxicologiques alternatifs dans des situations où les sources de la toxicologie traditionnelle comme le sang, l'urine ou les tissus solides, ne sont pas disponibles ou ne conviennent pas à l'analyse ,l'utilisation de larves de mouches anthropophages (asticots) comme autres spécimens toxicologiques est bien documentée dans la littérature entomologique et médico - légale (Miller *et al.* 1994). Schott et Nuorteva (1983) ont démontré une diminution des niveaux d'activité chez les mêmes espèces de coléoptères ténébrionidés lorsqu'ils étaient nourris avec un régime composé de larves de mouches séchées contaminées par une forte teneur en mercure. Ces études ont en outre démontré la capacité de détecter et de quantifier les niveaux de contaminants d'origine alimentaire chez les insectes charognards adultes et immatures, ainsi que la bioaccumulation de ces substances dans les insectes.

Conclusion :

L'objectif de notre étude est de montrer l'influence des deux pesticides (Méthribusine et propiné) sur le cycle de développement des diptères nécrophages appartenant de la famille Calliphoridae(*Lucilia sericata*), nous avons trouvés que ces espèces sont les premiers colonisateurs et les prédominants après la mort.

La parité expérimentale a été réalisée sur 3 lapins qui ont été réparties, la pin 1 (témoin), lapin2 (Traité par la métribuzine avec une dose de 2000mg), la pin3 (traité par le propiné avec une dose de 5650 mg).Les deux pesticides sont administrés oralement à l'aide de deux seringues à sondes gastriques.

Nos résultats ont démontré la dominance de l'espèce *Lucilia séricata* de la famille Caliphoridae, qui colonisant le cadavre juste après la mort .L'étude de cycle de vie de cette dernière en se nourrissent différentes organes des lapins(témoin et traité) montre qu'il existe une perturbation dans le cycle de développement des traité ou a enregistré une accélération du cycle des larves nourrissent les muscles traité par la métribuzine et une prolongation de cycle de développement des larves nourrissent les reins traités par les deux pesticides et un arrêt de cycle de développement des larves nourrissent les autres organes traités généralement au stade 1 .

En perspectives, il serait souhaitable de faire des études plus étendue sur les insectes nécrophages et leur utilisation dans l'entomologie médico-légal, en employant d'autres substances toxique, d'autres modèles animaux, ainsi que la supervision d'autre facteur influençant le développement cela pourrait ainsi aider à fournir une estimation plus correcte de L'IPM lors de la mort suspecte.

Il serait également intéressant d'accomplir des analyses toxicologiques sur les tissus, des larves, pupe et adulte. Pour affirmer l'accumulation des substances dans ces derniers.

References Bibliographiques:

1. Alioche Kerboua .S , Ahmed Hzila .F ,Boulknafet .F .(2017) Etude de l'effet toxique des deux insecticides (Deltaméthrine et Chlorpyrifos) sur le développement des larves de quelques diptères nécrophages et leur rôle dans la perturbation de l'IPM .
2. Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H.N et Hall M.J.R. (2007). Best practice in forensic entomology - standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine* 121(2), p. 90-104.
3. Amendt J., KrettekR. ,Zehner R. (2004). Forensic entomology. *Natur wissenschaften* 91, p. 51-65.
4. Amiour CH,(2017)étude de la toxicité chez les rats d'un mélange de pesticides commercialisés, thèse de magister, Université Mohamed Seddik Benyahia, 112p.
5. Anderson G.S., VanLaerhoven S.L.,(1996) - Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Science*, 41: 617-25.
6. Anderson G.S.,(2000).Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera). *Journal of Forensic Sciences*.45 (4):824.
7. Anderson, G.S. (2001) Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In *Forensic entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*.
8. Aouzai.B ,Zadri .M et Boulkenafet .F (2017) . Contribution à l'étude des effets d'éthanol et de quelques médicaments sur le cycle de développement des diptères nécrophages .
9. Archibald .B., William .R ., (1987) .Weeds. An Illustrated Botanical Guide to the Weeds of Australia, Ed Elsevier, Hungary,255p.
10. Arnaldos M.I., Garcia M.D., Romera E., Presa J.J. et Luna A., (2005). Estimation of Postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence .*Forensic Science International*. 149: 57-65.
11. Azzouz.Z.,(2012) . Etude des Effets Toxiques d'un Fongicide (AmistarXtra) et d'un Herbicide (Glyphosate) sur la Biologie et le Comportement de Paramecium tetraurelia .Thèse de Doctorat en Biologie Animale, Spécialité : Toxicologie Cellulaire, Université Badji Mokhtar, Annaba, p. 14, 15.
12. Barret E.,(2006). Pesticides et eau souterraine: prévenir la contamination en milieu agricole. Direction des politiques en milieu terrestre, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.ISBN : 2-550-4678.

13. Batschd.,(2011) : L'impact des Pesticides sur la Santé Humaine, Thèse de Doctorat, Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Henri Poincaré - Nancy 1, Faculté de Pharmacie, p. 14,15.
14. Belgasmi.M,Ahlem.S.,(2021)_Etude des effets toxiques du pesticide Deltaméthrine sur les grandes fonctions dans l'organisme. Mémoire ,Université de Larbi Tébessi – Tébessa.
15. Belmehel. N,(2019).Effets des traitements pesticides sur les composés phénoliques de la pomme de terre cultivée (*Solanum tuberosum* Var *Sylvana*)., Mémoire Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
16. Berrah.A,(2011). Etude sur les pesticides.Mémoire, Université de Tébessa Algérie .
17. Bhanti M., Taneja A., (2007). Contamination of vegetables of different seasons with organophosphorous pesticides and related health risk assessment in northern India, *Chemosphere*, 69: 63–68.
18. Bouguerra, A., Boulassel, L., Geussab, A., et Bouhaf, L. E., (2010).Toxicité des pesticides Thèse Doctorat, université de jijel.
19. Boukrou, L., et Chaboub, T., (2018).Etude préliminaire portant sur l'adsorption de deux pesticides (abamectine et deltaméthrine) sur quelques biomasses bactériennes sèches_Thèse Doctorat, Université Mouloud Mammeri.
20. Boulkenafet F., (2016).Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires. These Doctorat, Université des frères Mentouri, Constantine.
21. Bouvier .G.,(2015)contribution à l'évaluation de l'exposition de la population francilienne aux pesticides.,thèse de doctorat., Université Rene Descartes-paris 5.
22. Bryd J. H. , et Castner J. L. , (2009) . *Forensic entomology : The utility of arthropods in legal investigations* . 2nd edition . CRC Press LLC , Boca Roton , FL . pp 708 .
23. Calvet, R. (2005). *Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales*. France agricole éditions.
24. Calvet. R. ,Barriuso. E. ,Bedos. C., Benoit.P., CHarnay.M P. et Coquet. Y.,(2005)*Les Pesticides dans le Sol, Conséquences Agronomiques et Environnementales*. Référence Scientifique. Editions France Agricole.
25. Campobasso C.P., Di Vella G et Introna F., (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*. 120: 18-27.
26. Carter D. O., Yellwlees D. et Tibbett M., (2007).Cadaver decomposition in terrestrial ecosystem. *Natur wissenschaftem*, 94: 12-24.

27. Castner, J.L. (2010) General biology and insect entomology In Forensic entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations.
28. Charabidz. D.,(2008) . Étude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale, thèse doctorat , Lille.
29. ChineryM. , (2005) . Insectes de France et d'Europe occidentale .Flammarion , Paris pp 192.
30. Chorfi., Z.,(1982)., toxicologie des pesticides., mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme d'études supérieures en biologie animale., univesité de constantine institut de science biologique., p:31-3.
31. Dekeirsschieter J., Charabidzé D. et Haubruge M., (2014). Marcel Leclereq, un pionnier de l'entomologie forensique. In Insectes, cadavre et scènes de crime: Principe et application de l'entomologie médico-légale (ed. By D. Charabidzé& M. Gosselin).Deboeck, 21-35.
32. Dekeirsschieter J., Verheggen F. J., Bonnet S. et Haubruge E., (2012) . Recensement des Silphidae dans les collections entomologiques des étudiants de Gembloux Agro-Bio Tech sur la période 2001-2010. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 64 (1): 15-21.
33. Dekeirsschieter J.,VerheggenF.,Frederickx C.,Marlet C.,Lognay G.,et Haubruge E., (2012)Comment les insectes communiquent _ils au sine de l'écosystèmes _cadaver
34. Disney I.,(1994) .Insecta Diptera Phoridae. Université Museum of Zoology, Dowing Street, Cambridge CB2 ,3EJ ,United Kingdom. 94-1.
35. Dob. Y ,Karroui .R , Boulknafet .F .(2018) . Détection des benzodiazépines dans les tissus cadavériques et les diptères nécrophages et leur impact sur le développement larvaires.
36. Ducruet Jq.M., (1991). Les herbicides inhibiteurs du photosystème II. In « Les herbicides, mode d'action et principes d'utilisation », INRA [Ed.], sous la direction de R. Scalla, 79-114.
37. Emritioll .Y. , Payre , C et Vantaen , S. (2008) Risques Sanitaire Liés à l'Utilisation des Corps Humains et des Carcasses d'Animaux pour les Travailleurs en France Métropolitaine . Mémoire d'ingénieur du génie sanitaire , Ecole des Hautes Etudes En Santé Publique , France , pp.49 .
38. Errami.M,(2012) .Devenir atmosphérique de bupirimate et transfert de ses métabolites (les diazines) dans l'atmosphère, sa dissipation dans les fruits de tomate et sa

dégradation électrochimique. Thèse de doctorat ,Université Ibn Zohr et Université de Reims Champagne Ardenne .

39. Fauvelle, V.,(2012). Evaluation de la contamination en pesticides des tributaires du bassin d'Arcachon et développement d'un échantillonneur passif spécifique des herbicides anioniques. P257.
40. Galloway A., (1999). The process of decomposition: a model from the arizona-sonoran desert. In *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains* (ed. by W.D. Haglund et M.H. Sorg). CRC Press, Boca Raton, FL, 139-149.
41. Ganglli.s.(1999) ,The dictionary of substances and their effects 2éme édition
42. Gaudry . E et Dourel L.,(2009). Guide des Coléoptères d'Europe. Coll. Arthaud, 5-29.
43. Gaudry E., 2002. - Eight squadrons for one target: the fauna of cadaver described by J.P. Méglin. *Proceeding of the First European Forensic Entomology Seminar, Rosny-sous-Bois, France*, 31-36.
44. Gennard D. E.,(2007). *Forensic Entomology An Introduction*. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, 1st Ed., 224 p.
45. Goff M. L., (2010). Early postmortem changes and stages of decomposition .In *current concepts in forensic entomology* .
46. Goff M.,(2009). Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental Applied Acarology*, 49: 21-36.
47. Goff, M. L. (1989). Gamasid mites as potential indicators of postmortem interval. In *Progress in acarol Publishing*, 443–50.
48. Goff, M. L.(1991). Use of acari in establishing a postmortem interval in a homicide case on the island .
49. Goff, M. L.(1993). Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional *Academic Publishing*, 43942 ,of Oahu, Hawaii. In *Modern acarology*, Dusbábek, E., and V. Bukva, Eds. Vol. 1. The Hague: SPB,ogy, Channabasavanna, G. P., and C. A. Viraktamath, Eds. Vol. 1. New Delhi: Oxford et IBH patterns. *Forensic Sci. Rev.* 5:81–94.
50. Gosselin.M., (2009).L'entomotoxicologie légale p9.
51. Greenberg B et KunichJC.(2002).*Entomology- and the law: Flies and forensic indicators*.Cambridge-: Cambridge university press.
52. Greenberg. B et Kunich J.C. (2005). *Entomology and the law. Flies as Forensic Indicators*. Cambridge University Press , Cambridge, 306 p.

53. Gunn .A . , (2006). *Essential Forensic Biology*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 29.
54. Hamel.K.(2011) ._Contribution à L'étude de l'Influence de la température sur le développement des insectes nécrophages ,Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Poste de Graduation spécialisé en entomologie., Université des frères Mentouri, Constantine.
55. Haskell NH; Hall RD ;Cervenca VJ and Clark.M A.(1997).”on the body:Insectslifestage presence and their post mortem artifacts”-In forensic taphonomy:the postmortem fate of human remains edited by Haglend,WD. and Sorg M H,BocaRaton,FL:CRC press limited.pp.415-448.Hayes W J., (1982) *Handboof of pesticides toxicology*. 1576p.Haubruege, E.et Amichot, M. (1998) .Les mécanismes responsables de la resistance aux insecticides chez les insectes et les acariens, *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 2 : 161-174.
56. Hayom.g., Werf V. D., (1996). *Assessing the impact of pesticides on the environment, Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60:81-96.
57. Jawich D., (2006). *Etude de la toxicité de pesticides vis-à-vis de deux genres de levures : approche cinétique et moléculaire*, thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 134p.
58. Leclercq M. et Verstraeten C., (1992). *Eboueurs entomologiques bénévoles dans les écosystèmes terrestres .observation inédite. Note Faunique de Gembloux 25 :17-22p.*
59. Leclercq M.,(1978).*Entomologie et médecine légale . Datation de la mort. Collection de médecine légale et de toxicologie médicale. Ed :Masson, Paris, 108p.*
60. Lemonnie .A et Reguardate ,S.(2012) . *Dadation par la méthode entomologique ,Muséum national d'histoire naturelle ,Paris , pp9 .Mairif S.,(2015).Contribution à l'étude de l'effet toxique des pesticides à usage domestique utilisé en Algérie.,2015., thèse de doctorat., univesité 8 mai 1945 Guelma.,154p.*
61. Matthews G. A.,(2016). *Pesticides: Health, Safety and the Environment. UK: Wiley-Blackwell, 388 p.*
62. Mégnin. P., (1894). *La faune des cadavres: Application de l'entomologie à la médecine légale".*
63. Miller, M. L., W. D. Lord, M. L. Goff, D. Donnelly, E. T. McDonough, et J. C. Alexis. (1994). *Isolationof amitriptyline and nortriptyline from flypuparia (Phoridae) and beetleexuviae (Dermestidae)associated with mummified human remains . Journal of Forensic Sciences 39:1305–13.*

64. Moreland D.E., (1967). Mechanisms of action of herbicides. *Ann. Ftev. Plant Physiol.*, 18, 365-386.
65. Nuorteva, P., et S. L. Nuorteva.(1982). The fate of mercury in sarcosaprophagous flies and in insectseating them. *Ambio* 11:34–37.
66. Ould Kankou M. O.-S.-A,(2004). Vulnérabilité des eaux et des sols de la rive droite du fleuve Sénégal en Mauritanie : étude en laboratoire du comportement de deux pesticides. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences et Techniques, Université de Limoges. France. 159p.
67. Parry S., linton, S.M., Francis P.S., O'donnell, M.J.et Toop T. (2011) Accumulation and excretion of morphine by *Calliphora stygia*, an Australian blow fly species of forensic importance, *Journal of Insect Physiology*, 57: 62-73.
68. Pimentel D., PeshinR.,(2014). *Integrated Pest Management: Psticide Problems*. London, UK: Springer, 484 p.
69. Polyraakis T., I., (2009). *Predictive Modeling and Risk Assessment: Environmental Pollution from Pesticides*, Ed. Rui Costa and Kristberg Krist bergsson, New York, USA, 4: 201-224.
70. Reed H. B.,(1958). A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects, *American Midland Naturalist*. 59: by213–245.
71. Rognes K. (1991). Blowflies (Diptera: Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark.*Fauna Entomologica Scandinavica* 24:07-272.
72. SaibaA.(2008). Étude de l'adsorption d'un herbicide-la métribuzine sur un sol cultivé, mémoire de magister, ENP Alger, 67p.
73. Schott, S., and P. Nuorteva .,(1983). Metylkvick silvretsin verkanpaaktivie thos *Tenebriomolitor* (L.) ,(Col. Tenebrionidae). *Acta EntomologicaFennica*42:78–81.
74. Smith, K. G. V. (1986). *A manual of forensic entomology*. Ithaca, NY: Cornell University.
75. Socorro.J .(2015). etude de la réactivité hétérogène de pesticides adsorbés sur des particules modeles atmosphérique : cinétique et produit de dégradation ,thésé de doctirat,Merseille .
76. Stanley J., Preetha G., (2016). *Pesticide Toxicity to Non-target Organisms Exposure, Toxicity and Risk Assessment Methodologies*. Netherlands: Springer, 531 p.
77. Testut F. Grillet J P.,(2007) .Insecticides Organophosphorés, Carbamates, Pyréthrinoides de Synthèse et Divers, Article Scientifique sur Researchgate .

78. Tissu tM ., Severin F., (1984). Plantes Herbicides et Désherbage, bases scientifiques et techniques, edts ACTA, 128-131.
79. Www.Nexles.Com .
80. Wyss C. Cherix D., (2001) .les insectes nécrophages au service de la justice :entomologie forensique en suisse romande, labmed :1-9p.
81. Wyss C. et Cherix D.(2006). Traité d'entomologie forensique. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 317p.
82. Wyss C.et Cherix D.,(2014) . les diptères nécrophages. In Insectes, cadavre et scènes decrime: Principe et application de l'entomologie médico-légale (ed. By D. Charabidzé et M. Gosselin). Deboeck, 59-78 p.
83. Wyss, C. et Cherix D. (2013) Traite d'entomologie forensique . Les insectes sur la scène de crime. 2ème édition revue et augmentée. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne (Suisse).

Nom : Boussalia

Prénom : Rayane

Nom : Braiche

Prénom : kenza

Nom : Lakkaichi

Prénom : Cheima

Thème : Étude de l'effet toxique des deux pesticides (Méthribuzine et propineb) sur le développement des larves des diptères nécrophage.

Nature du diplôme : Mastère En Sciences Biologique Option : Biochimie appliquée

Résumé :

L'entomologie médico-légale repose sur l'utilisation des insectes nécrophage pour estimer le moment de la mort dans le cadre d'enquêtes judiciaire et permet dans certains cas de préciser les circonstances du décès pour cela on a essayé dans cette étude de montrer l'influence des deux pesticides (Méthribuzine et propineb) sur le cycle de développement des diptère nécrophages appartient à la famille *Calliphoridae* (*Lucilia sericata*),

Nous avons mené une série d'expérience sur différents organes des lapins traite par ces deux pesticide dans les mêmes conditions expérimentales.

Les résultats obtenus montrent que c'est deux substances perturbent le cycle de développement des larves nécrophage dans les lots traités par rapport au témoin.

Mots clés : entomologie médico-légale, , diptère nécrophage ,les pesticides ,*Calliphoridae*, *Lucilia sericata*

Université 20 Août 1955 SKIKDA Faculté des sciences

Département Des Sciences de la Nature et de la Vie

Promoteur : M^m Mellahi Lamia