

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة

**Département : Biologie Animale.. قسم : بيولوجيا الحيوان..**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biologie et contrôle des populations d'insectes**

Intitulé :

---

**Inventaire de la faune nécrophage sur cadavre animal suspendu dans  
la région de Constantine, notamment les Diptères Calliphoridae**

---

**Présenté et soutenu par :** BOUTELDJA Chaima  
LAKHLEF Amira

Le : 20/ 06 /2023

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** KOUHIL Karima (Professeur- UFM Constantine).

**Rapporteur :** BENMIRA Selma El Batoul (MCB- Centre universitaire Abdelhafid  
Boussouf-Mila).

**Examineur :** GUERROUDJ Fatima Zohra (MCB- Université Farhat Abbes,  
Setif1).

*Année universitaire*  
*2022-2023*

# Remerciements

Au nom de Dieu le Miséricordieux, Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux qui nous a aidé, donné de la patience et du courage durant ces longues années d'étude, et surtout de la force et de la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur **Dr. BENMIRA Selma El Batoul** qui nous a permis de bénéficier de son encadrement, pour sa présence, son aide et ses conseils précieux durant toute la période du travail.

Nous présentons nos respects et nos remerciements aux membres du jury ; **Pr. KOUHIL Karima** présidente et **Dr. GUERROUDJ Fatima Zohra** comme examinatrice ; qui ont fait preuve d'intérêt et de disponibilité pour évaluer notre mémoire.

Un grand merci pour tous les membres du Département de Biologie animale, et du laboratoire de Biosystématique et écologie des Arthropodes pour leur aide et leurs encouragements

Un grand merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de cet ouvrage.

# Dédicaces

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que Dieu te garde pour nous.*

*✧✧ Mon cher père HOUCINE ✧✧*

*A la femme qui a souffert pour moi, qui n'a jamais dit non à mes exigences, à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, maman que j'adore*

*✧✧ Mon adorable mère AKILA ✧✧*

*✧✧ A mes chers frères WALID, Khaled, SAMI. NOUREDDINE, AYOUBE. AHMED qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre chance et bonheur.*

*✧✧ A mon cher époux MOSTAFA je voudrais te dédier ces mots emplies d'amour et de gratitude, merci pour ta présence constante, ton soutien inconditionnel et ton amour infini. Tu es mon roc, ma source d'inspiration et mon meilleur ami. et à ma chère future fille qui sera bientôt parmi nous inchaallah, et je suis déjà comblée de bonheur, je t'aime déjà ma petite merveille.*

*✧✧ Et merci d'être présents dans ma vie ✧✧*

*✧✧ A, ma grande famille LAKHLEF ainsi que la famille ADJISSI spécialement ma grand- mère BAYA et la famille de mon époux BOUZENIR. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie. A tous les cousins, les voisins que j'ai connu jusqu'à maintenant.*

*Mer mon amie Et Camarade CHAIMA, avec qui j'ai partagé ce travail et surmontée toutes les difficultés rencontrées à sa réalisation ci pour leur amour et leurs encouragements.*

*✧✧ A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*Amira ✧✧✧*



# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail*

*✧ Au meilleur des pères ✧*

*Tu t'es sacrifié pour moi sans hésitation, veillant à ce que je puisse réussir et atteindre mes objectifs. Je suis conscient des nombreux sacrifices que tu as faits pour moi, et je tiens à te remercier du fond du cœur pour tout ce que tu as fait et continues de faire. Que Dieu te garde près de nous, papa, et qu'Il te comble de bénédictions pour ton amour inconditionnel.*

*✧ A ma très chère maman ✧*

*Ta dévotion envers moi est inégalable, et je suis profondément reconnaissant(e) d'avoir une mère aussi aimante et attentionnée. Tes encouragements, ta bienveillance et ta force m'ont permis de grandir et de devenir la personne que je suis aujourd'hui. Je te remercie du fond du cœur pour tout ce que tu as fait pour moi, et je chéris chaque instant passé à tes côtés.*

*✧ A vous mes frères ✧*

*Qui êtes toujours là pour moi **RABEH, SAMIR** et **DIDO**  
A ma famille **BOUTELDJA**.*

*A mes copines avec qui j'ai partagé ces 5 merveilleuses années*

***Khadija ET Safa***

*Et a tous mes amis*

***MOUNIA, ELINA, KHOLOUD, ASMA, MAYSA.***

*À mon amie Et Camarade **AMIRA**, avec qui j'ai partagé ce travail et surmontée toutes les difficultés rencontrées à sa réalisation.*

***BOUTELDJA CHAIMA ✧***



## sommaire

Liste des figures .....	
Liste des tableaux .....	
<b>Introduction .....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 01: données Bibliographique</b>	
<b>1 : Entomologie médico-légale .....</b>	<b>04</b>
1.1. Définition .....	04
1.2. Historique .....	04
1.3. l'intervalle post-mortem .....	06
1.3.1. Définition.....	06
1.3.2. Comment calculer l'IPMS.....	07
1.3.2.1. La première méthode (IPM court).....	07
1.3.2.2. La deuxième méthode (IPM long) .....	07
1.3.3. les escouades.....	08
<b>1.2:la décomposition cadavérique .....</b>	<b>09</b>
1.2.1. les différents stades de décomposition d'un cadavre .....	10
1.2.1.1. stade frais.....	10
1.2.1.2. stade de gonflement et de putréfaction.....	10
1.2.1.3. stade de décomposition active .....	11
1.2.1.4. stade avancé .....	11
1.2.1.5. stade de squelettisation (dessèchement).....	12
1.2.2. paramètres influençant la décomposition d'un cadavre .....	12
1.2.2.1. Facteurs intrinsèques.....	12
1.2.2.2. Facteurs extrinsèques .....	12
1.2.2.2.1. facteurs externes abiotiques .....	13
1.2.2.2.2. facteurs externes biotiques .....	13
<b>1.3: le cadavre en tout que milieu écologique .....</b>	<b>14</b>
1.3.1. définition .....	14
1.3.2. les différentes espèces qui colonisent un cadavre .....	14
1.3.2.1. Espèces nécrophages .....	14

1.3.2.2. Espèces nécrophiles .....	15
1.3.2.3. Espèces omnivores ... ..	16
1.3.2.4. Espèces opportunistes .....	16
1.3.2.5. Espèces accidentelles .....	16
1.3.3. les insectes nécrophages .....	17
1.3.3.1. ordre des diptères .....	17
1.3.3.1.1. Cycle biologique des diptères nécrophages .....	17
1.3.3.1.2. Les principales familles .....	18
1.3.3.1.2.1. Calliphoridae.....	18
1.3.3.1.2.2.Sarcophagidae.....	19
1.3.3.1.2.3. Muscidae.....	19
1.3.3.1.2.4. Fanniidae.....	20
1.3.3.1.2.5. Phoridae.....	20
1.3.3.1.2.6. Piophilidae.....	20
1.3.3.2. ordre des coléoptères.....	21
1.3.3.2.1. cycle de développement des coléoptères .....	21
1.3.3.2.2. les principales familles de coléoptères nécrophages .....	22
1.3.3.2.2.1. famille des cleridae .....	22
1.3.3.2.2.2. Histeridae .....	22
1.3.3.2.2.3. Staphylinidae.....	23
1.3.3.2.2.4. Nitidulidae.....	23
1.3.3.2.2.5. Dermestidae.....	23
1.3.3.2.2.6. Silphidae.....	24
1.3.3.3. ordre des hyménoptères .....	24
1.3.3.4. ordre des lépidoptères .....	25

## **Chapitre 02 : Matériel et méthodes**

2.1. Site d'étude .....	27
2.1.1. Caractéristiques climatiques de la wilaya Constantine .....	27
2.2. Présentation de matériel biologique .....	28
2.2.1. Le cadavre du lapin.....	29
2.2.2. La cage .....	30

2.3. Matériel utilisé.....	30
2.3.1. Matériel utilisé sur terrain.....	30
2.3.2. Matériel utilisé Au laboratoire.....	31
2.4. Echantillonnage des insectes adultes .....	32
2.5. Manipulation des insectes récoltés .....	33
2.6. Exploitation et analyses des résultats .....	33
2.6.1. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition .....	34
2.6.1.1. La richesse totale(s).....	34
2.6.1.2. L'abondance relative F % .....	34
2.6.2. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	34
2.6.2.1. Indice de diversité de Shanon-Waever et équitabilité.....	34

### **Chapitre 03: Résultats**

3.1. Stades de décomposition cadavérique .....	36
3.1.1 Stade frais.....	36
3.1.2. Stade de gonflement.....	36
3.1.3. Stade de décomposition avancée.....	37
3.1.4. Stade de dessèchement.....	38
3.2. Relevés des insectes selon l'état du cadavre .....	38
3.3. composition de la faune nécrophage .....	39
3.3.1. Inventaire systématique .....	39
3.3.2. Nombre d'individus et fréquences centésimales.....	44
3.3.3. Fréquences centésimales des familles de diptères.....	45
3.3.4. Fréquences centésimales des espèces de Calliphorida.....	46
3.3.5. Caractéristiques systématiques des Diptères Calliphoridae .....	47
a- <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826).....	47
b- <i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826).....	48
c- <i>Calliphora vicina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830).....	48

3.4. Indices écologiques de structure .....	49
3.4.1. Indice de diversité H' de Shannon –Weaver et Equitabilité .....	49
<b>Chapitre 04:Discussion.....</b>	<b>51</b>
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>54</b>
<b>Liste de références.....</b>	<b>55</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>59</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>60</b>
<b>ملخص.....</b>	<b>61</b>

## Liste des Figures

Figure1 : datation de la mort d'un cadavre en entomologie forensique et médecine légale (Wyss et Cherix, 2013).....	6
Figure2 : Cycle de développement holométabole d'un diptère Calliphoridae (Charabidze, Morvan ,Dupont ,Gosset ,et Bourel, 2008).....	18
Figure3 : Diptères nécrophages de la famille des Calliphoridae (Koffi, 2019).....	18
Figure4 : Diptères nécrophages de la famille des Sarcophagidae (Koffi, 2019).....	19
Figure5 : Diptères nécrophages de la famille des Muscidae. (Koffi 2019).....	19
Figure6 : Diptères nécrophages de la famille des Fanniidae. (Koffi 2019).....	20
Figure7 : Diptères nécrophages de la famille des Phoridae (Koffi 2019).....	20
Figure8 : Diptères nécrophages de la famille des Piophilidae (Koffi 2019).....	21
Figure9 : Coléoptères nécrophages de la famille des Cleridae. (Koffi, 2019).....	22
Figure10 : Coléoptères nécrophages de la famille des Histeridae (Koffi, 2019).....	23
Figure11 : Coléoptères nécrophages de la famille des staphylinidae (Koffi, 2019).....	23
Figure12 : Coléoptères nécrophages de la famille des Nitidulidae (Koffi, 2019).....	24
Figure13 : Coléoptères nécrophages de la famille des Dermastidae (Koffi, 2019).....	24



Figure14 : Coléoptères nécrophages de la famille des Silphidae (Koffi, 2019).....	25
Figure15 : Hyménoptère parasitoïde <b>Nasonia vitripennis</b> (Benmira, 2018).....	25
Figure16 : Famille des Tineidae (Benmira, 2018).....	26
Figure17 : Diagramme ombrothermique (1990 à 2020) au niveau de Constantine.....	28
Figure18 : Diagramme ombrothermique des températures en 2023 à Constantine.....	28
Figure19 : Diagramme ombrothermique des précipitations en 2023 à Constantine.....	28
Figure20 : Humidités Relatives moyennes mensuelles enregistrées au cours du mois de mai 2023 à Constantine.....	29
Figure21 : le lapin avant la mort (Photo originale).....	29
Figure22 : la cage (Photo originale).....	30
Figure23 : Matériel utilisé pour la récolte des insectes sur cadavre.....	31
Figure24 : Matériel utilisé au laboratoire.....	32
Figure25 : : Les insectes mis dans une boîte de collection.....	33
Figure26 : le stade frais (cadavre en bon état) .....	36
Figure27 : Stad de gonflement cadaverique.....	37
Figure28 : décomposition avancée.....	37
Figure29 : Stade de dessèchement .....	38
Figure30 : Représentation des abondances relatives par familles.....	45
Figure31 : Abondance relatives des familles de Diptères durant le processus de décomposition.....	46
Figure32 : Abondances relatives des espèces récoltées appartenant à la famille des Calliphoridae .....	47
Figure33 : <i>Lucilia sericata</i> sous loupe binoculaire.....	48
Figure34 : <i>Lucilia silvarum</i> sous loupe binoculaire .....	48
Figure35 : <i>Calliphora vicina</i> sous loupe binoculaire.....	49

## Liste des Tableaux

<b>Tableau1 :</b>	Caractéristiques physiques du site de prélèvement et état du substrat.	38
<b>Tableau2 :</b>	Inventaire de la faune cadavérique de la région de Constantine.	39
<b>Tableau3 :</b>	dénombrement des différentes espèces récoltées pendant toute la période de l'échantillonnage.	40
<b>Tableau4 :</b>	Nombre de spécimens et fréquences relatives par famille.	44
<b>Tableau5 :</b>	Nombre de spécimens des familles de diptères fréquences relatives respectives	46
<b>Tableau6 :</b>	Indice de diversité $H'$ , diversité maximale et Equitabilité	49

# *Introduction*

## Introduction

L'entomologie forensique est une discipline des sciences forensiques qui étudie les insectes et d'autres arthropodes dans un contexte médico-légal. Pourtant, l'idée d'utiliser les insectes en criminalistique n'est pas neuve, déjà en 1894 Mégnin nous parlait de la "faune des cadavres". Depuis les années 2000, l'entomologie forensique connaît un grand essor en Europe, notamment avec la création en 2002 de l'Association Européenne pour l'Entomologie Forensique (EAFE) qui regroupe l'ensemble des scientifiques spécialisés dans ce domaine. Actuellement, les insectes nécrophages ne sont plus exclusivement utilisés pour estimer la période écoulée entre le décès d'une victime et la découverte du corps ou intervalle post-mortem. Ils peuvent aussi apporter des informations dans les cas d'abus et de négligences chez les enfants ou les personnes âgées, sur les causes de la mort, l'identité des victimes, etc.

Lorsqu'une espèce animale meurt, elle est rapidement visitée et colonisée par de nombreux organismes tels que des bactéries, des champignons, des arthropodes dont les insectes ainsi que des vertébrés (mammifères et oiseaux) (Carter *et al.*, 2007). 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 entomologiques" (Leclercq & Verstraeten, 1993). Parmi les insectes nécrophages, deux ordres sont largement présents sur les carcasses animales en décomposition: les Diptères et les Coléoptères (Catts & Goff, 1992; Hall, 2001; Wyss & Cherix, 2006; Hall & Huntington, 2009).

La décomposition d'un corps comporte une série de processus dynamiques qui vont entraîner des changements physiques, chimiques et biologiques au niveau du cadavre. Hormis la décomposition biologique du corps par des microorganismes (bactéries, champignons saprophytes), des Arthropodes (dont les Insectes) et sa destruction par les Vertèbres (mammifères, oiseaux), le corps subit une thanatomorphose. Après la mort, les processus de décomposition s'enclenchent plus ou moins rapidement selon les conditions environnantes (température et humidité). La décomposition est issue de l'interaction de deux processus complexes : l'autolyse et la putréfaction. L'autolyse correspond à une dégradation

enzymatique des cellules, indépendante de toute action bactérienne (Statheropoulos *et al.*, 2007; Janaway *et al.*, 2009; Adams, 2017).

Les entomologistes forensiques divisent le processus de décomposition en plusieurs stades ou phases. Cependant, ces phases de dégradation du corps doivent être interprétées comme étant une séquence de phénomènes qui se superposent et se combinent et non comme étant des stades clairement identifiables les uns des autres. En effet, il n'y a pas de distinction précise entre la fin d'un stade et le début du suivant. On distingue classiquement cinq stades de décomposition.

La détermination du temps écoulé depuis le décès, communément appelée intervalle post-mortem (IPM) peut être établie grâce à l'étude sémiologique de critères thanatologique comme l'évolution de la rigidité et de la lividité cadavérique, de la thermométrie et de la déshydratation du corps.

Cependant, passé quelques jours après le décès, l'estimation de l'intervalle post mortem (IPM) par les méthodes traditionnelles de médecine légale devient délicate et imprécise : l'utilisation des insectes nécrophages pour dater le décès devient alors la seule solution.

L'estimation de l'IPM est l'un des aspects les plus essentiels dans l'étude des insectes nécrophages. Lors de l'application des méthodes entomologiques, les points importants à prendre en considération sont :

- ✓ Le site de découverte (situation géographique, altitude)
- ✓ L'accessibilité des insectes nécrophages au cadavre.
- ✓ Les facteurs climatiques (température, humidité).

L'entomologie médico-légale qui est une composante des sciences criminalistiques légales, regroupe tous les aspects de l'utilisation des insectes nécrophages au service de la justice pénale. Elle permet, à partir d'insectes nécrophages observés sur un cadavre, de dater le décès. La datation post mortem est un préalable à toute enquête judiciaire qui débute en principe, par deux questions essentielles : à quand remonte le décès et quelle en est la cause ?

L'utilisation des insectes pour dater un décès nécessite leur identification, et surtout une connaissance de certains aspects de leur biologie et de leur écologie.

Dans le cadre de ces travaux, les questions de recherche suivantes ont été abordées : d'un point de vue entomologique, quels sont les insectes nécrophages qui colonisent un cadavre de mammifère suspendu dans la région de Constantine ? quels rôles jouent ces

insectes nécrophages dans le processus de décomposition? Et surtout quelles sont les principales familles de Diptères Calliphoridae venant coloniser ce cadavre ?

Le présent document a été structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente un rappel sur les insectes, leurs caractères généraux tel la morphologie et l'anatomie, et une présentation des insectes nécrophages ainsi qu'un aperçu sur l'entomologie médico-légale ou forensique et l'utilisation des insectes nécrophages dans cette discipline qu'est la médecine légale.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté la station d'étude, le choix du matériel, ainsi que les méthodes utilisées pour l'échantillonnage et l'identification.

Le troisième chapitre rassemble les résultats trouvés au cours de notre étude, ils consistent en l'inventaire entomologique des insectes récoltés surtout les Diptères, soutenus par des Tableaux et des études statistiques représentées par des graphes et des figures.

Le quatrième chapitre comprend la discussion des résultats obtenus par rapport à d'autres travaux.

**Enfin, une conclusion met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent à réaliser pour mieux comprendre la faune nécrophage qui pourrait peut être, élucider certains problèmes.**

# ***CHAPITRE1: Données Bibliographiques***

# **CHAPITRE 1 Données Bibliographiques**

## **1.1. L'entomologie médico-légale**

### **1.1.1. Définition**

L'entomologie médico-légale est la science qui étudie l'ensemble des relations entre les insectes et la justice. une science qui peut être appliquée à toutes les situations dans lesquelles les insectes ou leurs actions ont un rapport avec le système judiciaire (Benmira, Guerroudj, Berchi et Aouati, 2017), se base principalement dans l'identification des larves et des adultes des insectes nécrophages qui se trouvent sur les corps en décomposition, en vue d'établir la date exacte d'un décès ( Benecke, 2009) . Les applications sont nombreuses, ainsi lors de la découverte d'un cadavre le médecin légiste se base sur la thanatomorphose (changement morphologique du corps en décomposition, la température du corps, sa rigidité, sa lividité,...) pour se prononcer avec précision sur l'heure et la date de la mort.

Par ailleurs, la connaissance du développement des Diptères en fonction des conditions climatiques, permet d'estimer l'intervalle post-mortem (IPM) (Gaudry et Dourel, 2009).

### **1.1.2. Historique**

L'entomologie forensique est une discipline des sciences forensique qui ont pour objet d'apporter des preuves objectives pour la justice, L'utilisation de l'entomologie à des fins médico-légales remontes au XIII<sup>ème</sup> siècle en chine, un homme de loi enquête sur un meurtre commis à l'aide d'une arme blanche. L'enquêteur demande au suspects de présenter leurs faucilles (l'arme utilisé dans le meurtre) car de minuscules traces de sang auraient attirés des diptères de la même famille retrouvées sur le corps de la victime. Le suspects est vite arrêté et avoue son homicide (Benecke *et al*, 2001).

Au XVIII<sup>ème</sup> siècle les européens ont commencé à étudier le problème de la colonisation de la viande par les mouches et leurs larves dans le cadre d'une controverse scientifique sur la génération spontanée. En 1671, Redi Francisco se lance, dans une série d'expériences sur la question des générations spontanée et arrive à démontrer que les larves observées sur la viande provenaient des pontes de mouches (Charabidze, 2012).En 1850, Bergeret utilisa pour



la première fois l'application de l'entomologie. Il permit à un couple d'être disculpé de la mort d'un enfant dont les restes avaient été découverts, dans la cheminée de leur nouvelle maison. En effet suite à l'étude de la succession des espèces nécrophages, Bergeret prouva que l'enfant était mort 2ans avant que le couple ne s'installe dans leur demeure (Benecke, 2001 ; Gennard, 2007 ; Frederickx *et al*, 2010).

Quelques années plus tard, en 1894 Mégnin publia un ouvrage «la faune des cadavres application de l'entomologie à la médecine légale». On y utilise pour la première fois le terme : entomologie médico-légale dans lequel il décrit huit vagues d'insectes qui se suivent (Frederickx *et al*, 2011). Ce n'est qu'au XXème siècle, que l'Entomologie forensique fut reconnue comme une science criminelle à part entière (Charabidze et Bourel, 2007). Leclercq contribua à l'amélioration des connaissances de la biologie des insectes nécrophages avec son livre intitulé «Entomologie et médecine légale, datation de la mort» (Leclercq, 2009).

A la fin de la deuxième guerre mondiale, l'entomologie forensique a connu un second souffle avec les travaux de recherche de différents scientifiques d'un peu partout dans le monde : citons le docteur Reikka Nuorteva en Finlande et Marcel Leclercq qui a établi le premier protocole de prélèvements d'insectes dans une scène de crime (Leclercq et Brahy, 1985).

En 2002 la première réunion européenne d'entomologie forensique donne naissance à une association européenne autour de cette thématique de recherche qui verra le jour officiellement en 2003 à Francfort et portera le nom de «Européen association for forensique entomologie» (Wyss et Cherix, 2013).

En Europe, différents entomologistes tels que Leclercq en Belgique, Nuorteva en Finlande Marchenko en Russie ont publié plusieurs travaux traitants de l'entomologie médico-légale sur les cadavres humains (Frederickx *et al*, 2011).

En Algérie, il est possible de distinguer deux grandes phases dans l'histoire de l'entomologie Algérienne, une avant l'indépendance et l'autre après l'indépendance.

Avant l'indépendance : En 1871, Gennard a publié une liste d'espèces animales portant en particulier sur des insectes de la Kabylie du Djurdjura. Après en 1924, Seurat cite plusieurs espèces d'arthropodes, ce type d'inventaire est également réalisé dans le Mont Babor par Delye et Arles (1956).

Après l'indépendance Il faut souligner que les études de l'anatomie interne des insectes et de leurs physiologies ont commencé assez tardivement. Depuis 1978, d'importants inventaires sont réalisés presque chaque année dans différents types de milieux, et dans différentes universités d'Algérie. A partir de 1990, les relations prédateurs-proies sont étudiées pour des

insectivores aussi bien stricts qu'occasionnels, les études portant sur les régimes alimentaires se sont intensifiées entre 1994 et 2005 (Doumandji, 2006).

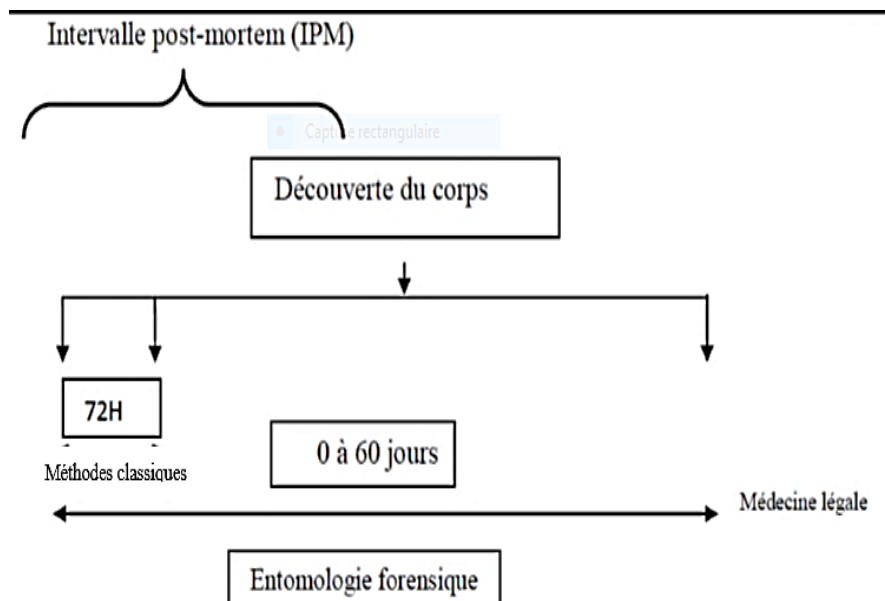
Cependant, cette discipline reste très mal connue en Algérie, elle est utilisée seulement dans le laboratoire d'entomologie à l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie National et cela depuis 2011.

### 1.1.3. Intervalle post- mortem

#### 1.1.3.1. Définition

La détermination de la période d'activité des insectes sur le corps correspond à l'intervalle ou délai post mortem (Fig.1). L'estimation du délai post mortem est basée sur la détermination de la période de ponte des premières espèces de Diptères nécrophages venues coloniser un corps et peut s'appuyer sur l'étude des successions de différentes communautés d'arthropodes au cours de la décomposition. Souvent associées en conditions normales, il est cependant important de rappeler que ces deux notions demeurent toutefois distinctes.

Cette période d'activité des insectes peut être bien inférieure à l'intervalle post mortem. En effet un délai d'accessibilité du corps à ces organismes peut être observé en raison de mauvaises conditions climatiques, ou d'une action humaine. En règle générale, on considère qu'il y a concomitance entre les pontes et le décès (Wyss et Cherix, 2013).



**Figure 1:** datation de la mort d'un cadavre en entomologie forensique et médecine légale (Wyss et Cherix, 2013).

### **1.1.3.2. Comment calculer l'IPM ?**

La détermination de la période de l'activité des insectes sur le corps correspond à l'intervalle ou délai post mortem et qui est basée sur la détermination de la période des pontes des premières espèces de Diptères nécrophages venues coloniser le corps. Pour le calculer, il y a plusieurs facteurs comme la température du cadavre, la température ambiante, l'apparence physique du corps, et les changements biochimiques qui apparaissent dans les fluides et les tissus d'un cadavre.

#### **1.1.3.2.1. La première méthode (IPM court)**

Basé sur le développement des larves de diptères et les larves de Calliphoridae sont presque exclusivement impliquées. Cette technique permet théoriquement une évaluation précise, de la pose de la première mouche à émergence de la première génération d'adultes. L'élément de base est la température locale. Cette technique se base sur la connaissance de la durée de développement de la drosophile, calculer l'IPM minimum, est l'approche la plus communément admise, elle repose sur la détermination du jour de ponte des mouches nécrophages en se fondant sur la durée du développement complet des spécimens prélevés sur les lieux (accumulation des degrés jours (ADJ), et des degrés heures (ADH)) ;il peut s'agir d'œufs, de larves ou de pupes .Une mise en élevage sera nécessaire. Cette technique est utilisée uniquement aux Etats-Unis. Elle se base sur les mesures de la longueur, la largeur et le poids des larves de Diptères nécrophages pour obtenir le jour de la ponte.

#### **1.1.3.2.2. La deuxième méthode (IPM long)**

La méthode utilisée dans ce cas est basée sur des escouades d'insectes qui colonisent le cadavre. La colonisation des cadavres passe par huit vagues successives d'Arthropodes nécrophages. Les insectes sont attirés par certains composés volatiles caractéristiques d'une phase de décomposition adaptée au développement de leurs larves sur le cadavre (Ait Ali et Ourrad, 2016).

La deuxième technique est basée sur la succession des espèces dans le temps sur le corps. Le temps de développement de chaque étape dépend de la température. Connaître la température locale immédiatement après le décès d'une personne permet de reconstituer la durée de développement et connaître l'heure de la première ponte des œufs par les Diptères

sur les cadavres (Wyss et Cherix, 2006). Les femelles Calliphoridae pondent souvent près des orifices naturels (nez, bouche, oreilles, organes génitaux, anus), ou à proximité d'une plaie. Il est important de savoir que les larves du premier stade ne peuvent pas percer la peau, ils se nourrissent essentiellement d'éléments protéiques liquides, donc la membrane muqueuse permet à ces larves de se nourrir et de pénétrer dans le corps. Les larves du stade L1 se métamorphosent en larves de deuxième stade (L2). Celles-ci sont plus grandes et capables de pénétrer la peau à l'aide d'enzymes protéolytiques tout en s'accrochant avec leur bouche. En passant par le troisième et dernier stade (L3), ces larves deviennent plus voraces, et occuperont tout le corps. Ces larves deviennent très actives et toujours en mouvement. c'est à ce stade que les cadavres seront consommés au maximum (Wyss et Cherix, 2006).

### **1.1.3.3. Les escouades**

Mégnin est le premier à avoir mis au point cette notion d'escouades en (1894). Un corps en décomposition constitue un milieu riche en ressources nutritives (Carter *et al.* , 2007 ; Charabidze, 2008), grand nombre d'espèces vont profiter de cette ressource et se succéder sur ce cadavre au fur et à mesure de la décomposition, alors certains insectes vont être attirés très tôt sur le corps et d'autres plus tardivement (Hall, 2001 ; Charabidze, 2008 ; Charabidze , 2012). Actuellement, la grande majorité des entomologistes de la police scientifique se basent sur la méthode créée par Mégnin pour calculer l'intervalle post-mortem . Cette méthode se base sur une succession de 8 escouades d'insectes nécrophages, qui font intervenir une centaine d'espèces, de la mort jusqu'à la décomposition totale du cadavre.

**Première escouade:** Les premiers insectes sont les Calliphoridae (mouches vertes et bleues) et les Muscidae (mouches domestiques), Ces insectes arrivent directement après la mort, avant qu'il y ait d'odeur de décomposition.

**Deuxième escouade:** Les mouches Sarcophagidae seront attirées par le souffle de la mort, elles se précipitent dès que le cadavre commence à sentir mauvais, environ trois mois après la mort.

**Troisième escouade:** caractérisée par l'arrivée des Dermestidae qui seront attirés par l'odeur des acides gras dégagée par le cadavre.

**Quatrième escouade:** Lors de la fermentation caséique, les insectes qui apparaissent sont représentés par des Diptères (Piophilidae et Muscidae) et des Coléoptères de la famille des Cleridae.

**Cinquième escouade** Au moment de la fermentation ammoniacale, cette escouade comprend des Coléoptères (Silphidae, Histeridae) et d'autres Diptères (Muscidae, Phoridae).

**Sixième escouade:** entre six et douze mois après le décès, elle est caractérisée par l'arrivée des Acariens et Arachnides microscopiques qui nettoient les dernières humeurs du cadavre,.

**Septième escouade:** Lorsque le cadavre est complètement desséché on voit apparaître les Coléoptères de la famille des Dermestidae mais aussi des Lépidoptères (Tineidae, Oecophoridae). Ces insectes se nourrissent de matière animale sèche (fourrures, laine...etc.).

**Huitième escouade:** les Tenebrionidae et les Ptinidae interviennent trois ans après la mort et éliminent tous les restes des escouades précédentes (pupes, excréments, insectes morts).

## 1.2. La décomposition cadavérique

La thanatomorphose est un groupe de changements morphologiques qui se produisent dans le corps après la mort (Campobasso *et al.*, 2001). La décomposition du corps implique une série de processus dynamiques qui mènent à des modifications physiques, chimiques et biologiques au niveau du cadavre (Marchenko, 2001). La branche de la médecine légale spécialisée dans l'étude de ces phénomènes est appelée taphonomie (Efremov, 1940 ; Haglund et Sorg 1997). Lorsqu'une espèce animale meurt, de nombreux organismes la colonisent tels que les bactéries, les champignons, les arthropodes dont les insectes ainsi que des vertébrés (mammifères et oiseaux). Cependant le corps en décomposition est une ressource alimentaire pour de nombreux organismes vivants (Carter *et al.*, 2007). Le cadavre constitue pour ces différentes espèces un substrat nourricier, un site de reproduction, un refuge ou encore un territoire idéal bien que fluctuant au rythme des processus de décomposition. Parmi les insectes nécrophages, deux ordres sont largement présents sur les carcasses animales en décomposition: les Diptères et les Coléoptères (Catts et Goff, 1992; Hall, 2001; Wyss et Cherix, 2006; Hall et Huntington, 2009).

Après la mort, les processus de décomposition commencent plus ou moins rapidement, en fonction des conditions ambiantes, de température, d'humidité et de luminosité (Benecke, 2002).

### **1.2.1. Les différents stades de décomposition d'un cadavre**

Les entomologistes forensiques divisent le processus de décomposition en plusieurs stades ou phases.

D'une manière classique cinq phases de décomposition sont notées (Amendt *et al.*, 2004; Wysset et Cherix, 2006 ; Dorothy, 2007). Pour mieux comprendre les modifications que subit le cadavre.

#### **1.2.1.1. Le stade frais**

La décomposition d'un corps débute quelques minutes seulement après la mort (Vass, 2001). Peu de changements physiques sont observés sur le corps. Cette phase de la décomposition est caractérisée par l'arrêt du cœur et la diminution d'oxygène dans le corps (Carter *et al.*, 2006). Un refroidissement du corps intervient. Effectivement après l'arrêt des phénomènes d'homéothermie, le corps va progressivement perdre 1°C par heure jusqu'à ce que le niveau thermique corporel atteigne la température ambiante (Charabidze, 2008).

#### **1.2.1.2. Le stade de gonflement et de putréfaction**

Cette étape de décomposition permet l'activité des micro-organismes, tels que des champignons les bactéries, qui se développent et se multiplient sur les fluides corporels riches en nutriments. Cette activité s'accompagne de l'apparition d'une coloration verdâtre observable au niveau de l'abdomen et d'un gonflement de cette région sous l'effet des gaz de putréfaction accumulés. L'absence d'oxygène conduit à une activité de fermentation qui produit de l'acide butyrique et propionique (Gill-King et Sorg, 1997).

A ce stade, les cadavres ont été envahis par les Diptères des familles de Calliphoridae, Sarcophagidae et de Muscidae. Ces insectes sont apparus plus tôt sur les cadavres en saison sèche qu'en saison pluvieuse.

### **1.2.1.3. Stade de décomposition active**

Ce stade est caractérisé par un dégonflement du corps. Le dégonflement est expliqué par la dégradation des tissus externes (*e.g* la peau) sous l'action de l'assèchement et de l'activité des insectes.

De plus, la pourriture du cadavre et l'influence des insectes sur celui-ci entraînent une diminution rapide de la masse du cadavre (Carter *et al.*, 2006). Cette phase se caractérise par la dégradation des muscles et la production d'acide gras volatils comme l'indole, le scatole, la putrescine et la cadavérine (Vass, 2001; Dekeirsschieter *et al.*, 2008). Une forte odeur de décomposition est présente (Matuszewski *et al.*, 2008).

Elle est caractérisée par l'apparition des premières larves de Diptères de stade 1.

La momification est d'autant plus importante et rapide que l'environnement du corps est sec et chaud (Haglund et Sorg, 1997 ; Bourel *et al.*, 2001 ; Tibbett *et al.*, 2004 ; Carter et Tibbett, 2006).

Cette phase a été observée entre la 32ème et la 35ème heure après exposition des cadavres au niveau de la saison pluvieuse. Quant à la saison sèche, les premières larves ont été observées entre la 26ème et la 30ème heure. Cette phase s'étend sur près de deux semaines en saison pluvieuse et moins d'une semaine en saison sèche.

Il s'agit du stade de décomposition le plus riche en biodiversité (Payne, 1965).

### **1.2.1.4. Stade de décomposition avancée**

Est marqué par le corps sèche et ne restent que de la peau, du cartilage, des cheveux et apparition des os. Une fermentation butyrique induisant la dégradation des graisses est aussi observée. À ce moment, le nombre de Coléoptères présents sur le corps augmente au détriment des Diptères, précédemment majoritaires sur le corps (Payne, 1965; Tantawi *et al.*, 1996; Grassberger et Frank, 2004; Charabidze, 2008).

Le passage de la décomposition active à la décomposition avancée se fait lorsque les asticots des Diptères migrent hors du corps pour subir la pupaison (Carter *et al.*, 2006; Matuszewski *et*

*al.*, 2008). Cette phase se caractérise par une grande diminution de la chair et une forte activité microbienne au niveau du sol (Anerson, 1996).

#### **1.2.1.5. Stade de squelettisation (desséchement)**

La dégradation des tissus mous est terminée. Il ne reste plus que les os et quelques traces de tissus notamment au niveau de la colonne vertébrale sous l'action des insectes nécrophages. La fin de ce dernier stade est atteinte lorsque les os sont débarrassés de toute matière organique. Ce processus peut s'étendre sur plusieurs années, mais il est accéléré par l'action du climat (Charabidze, 2008). Les Coléoptères sont majoritairement présents.

Pendant toutes les phases d'autolyse et de putréfaction, le corps va dégager des odeurs spécifiques, perceptibles ou non par l'homme, mais extrêmement attractives pour les voraces insectes nécrophages (Karine, 2012).

### **1.2.2. Paramètres influençant la décomposition d'un cadavre**

La dégradation d'un cadavre et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et sont influencés par de nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques à la charogne (Campobasso *et al.*, 2001).

#### **1.2.2.1. Facteurs intrinsèques**

Les facteurs intrinsèques, directement liés au cadavre, sont l'âge, la masse corporelle, la cause du décès telles que des drogues ou une infection, l'hygiène corporelle, l'intégrité du corps, soit l'absence des blessures et de plaies et la présence ou non de vêtements (Campobasso *et al.*, 2001).

#### **1.2.2.2. Facteurs extrinsèques**

Les facteurs externes qui influent sur le cadavre caractérisent la zone biogéoclimatique incluant l'habitat, la végétation, le type de sol et les conditions météorologiques notamment la



température, le vent et l'humidité atmosphérique du lieu (Anderson, 2001; Campobasso *et al.*, 2001). La faune avec le couvert végétal constituent les agents biotiques.

#### **1.2.2.2.1. Facteurs externes abiotiques**

La température est le facteur qui influence le plus le processus de décomposition. Elle joue également un rôle important sur l'activité et le cycle de vie des insectes nécrophages (Payne, 1965; Mann *et al.*, 1990 ; Rivers et Dahlem, 2014 ; Martin *et al.*, 2019). la température ambiante joue un rôle prépondérant lors de la décomposition d'un cadavre (Campobasso *et al.*, 2001).

Outre la température, l'humidité du milieu de décomposition est un autre facteur abiotique qui affecte grandement la décomposition du corps. En effet, l'humidité est importante pour le développement et l'activité microbienne. (Carter *et al.*, 2010; Rivers et Dahlem, 2014). L'importance de ces deux facteurs dans le processus de décomposition détermine le type de décomposition que le corps va subir : la décomposition classique, la momification ou la saponification.

#### **1.2.2.2.2. Facteurs externes biotiques**

Les facteurs biotiques sont représentés par l'ensemble des organismes vivants (microorganismes, insectes nécrophages, charognards...) participant à la dégradation et au recyclage de la matière organique. Ces derniers jouent un rôle clé dans le processus de décomposition. Leur présence influence la vitesse de la décomposition. Par exemple, lorsque les insectes ne peuvent pas accéder aux corps, la décomposition est beaucoup plus lente (Payne, 1965; Mann *et al.*, 1990; Campobasso *et al.*, 2001; Charabidze, 2008; Dupont *et al.*, 2012).

De plus, les processus de décomposition et la faune des cadavres varient fortement en fonction du lieu où se trouve le cadavre. Les corps enterrés ou immergés subiront des évolutions différentes des cadavres laissés à l'air libre (Anderson, 2001).

Parmi tous ces facteurs, deux sont prépondérants dans la décomposition d'un corps, il s'agit de la température ambiante et de l'accessibilité du corps aux insectes (Campobasso *et al.*,2001).

### **1.3. Le cadavre en tant que milieu écologique**

#### **1.3.1. Définition**

Un corps en décomposition est un milieu particulièrement riche en ressources : un grand nombre d'espèces d'insectes vont profiter de cette énergie et proliférer très rapidement sur le cadavre. Ce biotope évoluant au fur et à mesure de la décomposition, certains insectes vont être attirés très tôt sur le corps, et d'autres plus tardivement. Cependant, la constitution des escouades et l'enchaînement des espèces ne sont pas constantes, et se sont révélés délicats à corrélés avec les phases de décomposition du corps (Charabidze et Benoit, 2007).

Lorsque le corps est découvert peu de temps après le décès, seuls les insectes les plus précoces (Diptères Calliphoridés des genres *Calliphora* et *Lucilia*) peuvent entamer leur cycle de développement sur le cadavre (Charabidze et Benoit, 2007). Dans ce cas, l'objectif est de déterminer précisément l'âge des insectes récoltés.

Au niveau du cadavre, divers groupes d'insectes nécrophages trouvent de la nourriture, un gîte, un lieu favorable pour leur reproduction ou encore un territoire de chasse dans ce micro-habitat.

#### **1.3.2. Les différentes espèces qui colonisent un cadavre**

Sur un organisme en décomposition, on distingue quatre groupes d'arthropodes en fonction de leur régime alimentaire. On y rencontre des espèces nécrophages, nécrophiles, omnivores et des espèces opportunistes. Une cinquième catégorie est parfois citée, il s'agit des espèces dites accidentelles.

##### **1.3.2.1. Espèces nécrophages**

Les insectes nécrophages, grâce à de puissants chimiorécepteurs présent dans leurs antennes, sont dotés d'un odorat très performant leur permettant de détecter l'odeur d'un cadavre frais quelques minutes seulement après le décès, car ils se nourrissent de fluides présents dans

l'organisme en décomposition. (Leclercq, 1978; Campobasso *et al.*, 2001; Wyss et Cherix, 2006).

Les premiers insectes qui colonisent le cadavre appartiennent à l'ordre des Diptères Calliphoridae (Goff, 2009), des Sarcophagidae, mais également des Coléoptères appartenant aux familles des Silphidae et des Dermestidae

Leurs œufs et les larves ont besoin de chairs humides pour se développer. Ces larves, en sécrétant des enzymes digestives qui dissolvent les muscles et autres tissus mous, permettent la libération des liquides de décomposition riches en protéines (Braack, 1987). Après plusieurs jours de colonisation, on peut aussi distinguer différents types de larves de mouches : des sauteuses (Piophiles), des nécrophages (Lucilies) et des prédatrices (Chrysomies). Certaines larves présentent aussi certaines adaptations et peuvent survivre dans des milieux très humides grâce à leur « tuba » (Stratiomyides).

#### **1.3.2.2. Espèces nécrophiles**

Ces espèces sont prédatrices ou parasites de larves et de pupes des espèces nécrophages (Leclercq, 1978; Leclercq et Verstraeten, 1992; Wyss et Cherix, 2006). Elles se nourrissent donc des autres insectes ou arthropodes présents sur le cadavre, principalement des œufs et des larves. Dans ce groupe, des Coléoptères de la famille des Silphidae, des Histeridae et des Staphylinidae sont régulièrement présents. Les Diptères des familles de Calliphoridae et de Stratiomyidae se manifestent ainsi que des Hyménoptères qui sont des parasitoïdes (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 du troisième stade appartenant au genre *Muscina* (Gaudry, 2002) et de certaines *Chrysomya* (Dekeirsscheister, 2007)

Ce groupe contient également des espèces dites « *schizophagous* » dont les larves se nourrissent du cadavre en premier mais dont les stades larvaires les plus avancés sont prédateurs comme par exemple : les larves de Calliphoridae et plus précisément les *Chrysomya spp.* (Amendt *et al.*, 2004 ; Wyss et Cherix, 2006).

Un autre groupe d'animaux, les organismes parasites, peut aussi être identifié sur la charogne.

Les larves de mouches nécrophages peuvent en effet, être parasitées par des micro-guêpes du genre *Nasonia* qui vont pondre leurs oeufs à l'intérieur de la pupe (nymphe de la mouche). Les larves de ces guêpes vont ensuite se repaître des tissus vivants de la pupe.

### **1.3.2.3. Espèces omnivores**

Ces insectes ne sont pas forcément nécrophages mais utilisent le cadavre comme source alimentaire et se nourrissent des poils, tissus, etc. (Karine, 2012). Se nourrissent tant du cadavre que des espèces dites nécrophages et nécrophiles présentes sur le corps. Les principales espèces omnivores sont généralement des Hyménoptères représentés par des fourmis et des guêpes ainsi que des Coléoptères (Leclercq et Vestraeten, 1992; Campobasso *et al.*, 2001; Wyss et Cherix, 2006). Ces espèces omnivores arrivent pratiquement en même temps que les nécrophiles (Arnaldos *et al.*, 2005).

### **1.3.2.4. Espèces opportunistes**

Les espèces opportunistes utilisent le cadavre comme une extension de leur habitat (Wyss et Cherix, 2006). C'est un lieu secondaire d'abri, de chauffage, d'hibernation et parfois d'alimentation. (Leclercq et Vestraeten, 1992; Amendt, 2004). Elles proviennent de plantes environnantes ou d'animaux du sol, ou les espèces nécrophages sont la source de leur nourriture (Campobasso *et al.*, 2001). Ces espèces sont représentées par des collemboles, des araignées, des mille-pattes, des Lépidoptères mais aussi par des acariens qui se nourrissent de moisissures et de champignons qui peuvent se développer sur le corps en décomposition (Campobasso *et al.*, 2001; Wyss et Cherix, 2006). Des insectes tels que les bousiers, les guêpes, les fourmis et les papillons peuvent également être observés sur les carcasses.

### **1.3.2.5. Espèces accidentelles**

La présence de certaines espèces sur le cadavre est parfois due au hasard (Arnaldos *et al.*, 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.

### **1.3.3. Les insectes nécrophages**

Les insectes nécrophages appartiennent au groupe de nécrophores qui se nourrissent de matières organiques comme les cadavres. Ces insectes sont de précieux éléments d'enquêtes pour les enquêteurs car différentes espèces se succèdent au cours du temps en fonction du stade de décomposition du cadavre.

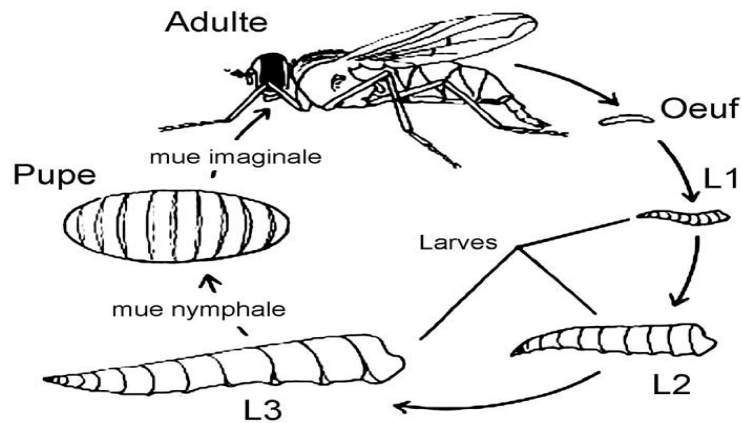
#### **1.3.3.1. Ordre des Diptères**

Les diptères ou Diptera (du grec di : deux, et ptéra : aile) sont un ordre de la classe des insectes. L'ordre des Diptères compte à ce jour, environ 150 000 espèces réparties à travers le monde. C'est le quatrième ordre après celui des Coléoptères, des Hyménoptères et des Lépidoptères. Ces insectes holométabole ne possède qu'une paire d'ailes membraneuses ; les ailes postérieures étant réduites en balanciers ou haltères (Chinery, 2005). Ils sont caractérisés par des pièces buccales spécialisées de type piqueur ou suceur pour absorber des liquides : sève, nectar, sang, liquides organiques (Bourbonnais, 2010). Ils sont principalement divisés en deux sous ordres: les Nématocères, les Brachycères.

Les mouches nécrophages sont recensées dans plusieurs familles (26 familles sont fréquemment cités dans la littérature) mais seuls six familles sont couramment rencontrées sur les cadavres humains et y effectuent leur cycle de développement. Il s'agit des Calliphoridae, des Sarcophagidae, des Fanniidae, des Muscidae, des Piophilidae et des Phoridae (Byrd et Castner, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

##### **1.3.3.1.1. Cycle biologique des Diptères nécrophages**

Le cycle de développement est composé de 4 phases (œuf, larve, pupa et adulte) (Fig.2). Les femelles pondent environ 150 à 200 œufs regroupés en agglomérat et qui donneront des larves de type vermiforme (Gennard, 2007), La durée de ce cycle dépend des conditions environnementales (hygrométrie, température, etc.) La phase larvaire est un stade actif durant lequel les individus se nourrissent et se développent. Les larves (asticots) passent par trois stades (L1, L2 et L3) entrecoupés de mues: l'insecte croît, se libérant de sa vieille cuticule (exuvie), ce qui lui permet d'augmenter considérablement sa taille. De plus, les larves du premier stade ne pourraient pas percer la peau car elles sont dépourvues de crachets buccaux.



**Figure 2:** Cycle de développement holométabole d'un diptère Calliphoridae (Charabidze, Morvan ,Dupont ,Gosset ,et Bourel, 2008).

### 1.3.3.1.2. Les principales familles

Les familles présentes sur les cadavres humains et/ou animaux sont les suivantes :

#### 1.3.3.1.2.1. La famille des Calliphoridae (1100 espèces mondiales)

Les Calliphoridae sont des Diptères de taille moyenne (4 à 16 mm) avec des reflets métalliques bleus (*Calliphora*), verts (*Lucilla*) (Fig.3), bronzes ou noirs (Chinery, 1988; Byrd et Castner, 2001).

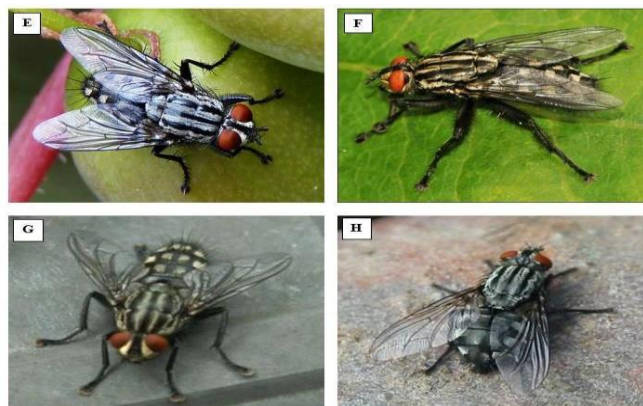
Il s'agit d'une famille très importante en entomologie forensique. En effet, les Calliphoridae arrivent très rapidement sur le cadavre pour autant qu'il soit accessible et que les conditions climatologiques leur soient propices. L'arrivée de ces insectes sur le cadavre permet d'estimer un intervalle post-mortem (Byrd et Castner, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006). Elles ont généralement un comportement diurne (Anderson, 2001).



**Figure 3:** Diptères nécrophages de la famille des Calliphoridae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.1.2.2. La Famille des Sarcophagidae (2600 espèces mondiales)

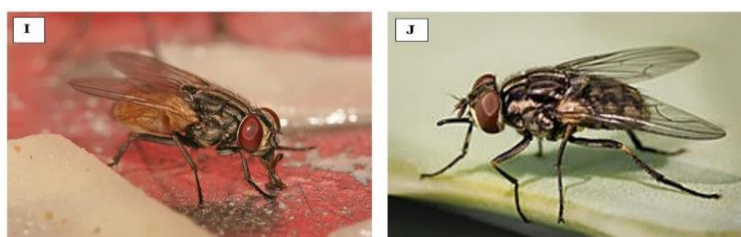
Les Sarcophagidae sont des Diptères assez trapus de 2 à 22mm de longueur et se reconnaissent aisément par la présence d'un motif à damier (bandes ou tâches grisées) sur le thorax (Fig.4) et par l'absence de coloration métallique (Wyss et Cherix, 2006). Les larves de la famille des Sarcophagidae se caractérisent par une forme de tonneau avec leurs stigmates postérieurs coulés dans un creux (Zehner et al, 2004 in Gennard, 2007). On retrouve des espèces de Sarcophagidae aussi bien au début du processus de décomposition du corps qu'aux stades les plus avancés (Byrd et Castner, 2001). Les adultes se retrouvent généralement sur les fleurs tandis que les larves se nourrissent de matières animales en décomposition ou d'excréments (Byrd et Castner, 2001 ; Wyss et Chérix, 2006).



**Figure 4:** Diptères nécrophages de la famille des Sarcophagidae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.1.2.3. La famille des Muscidae (4000 espèces mondiales)

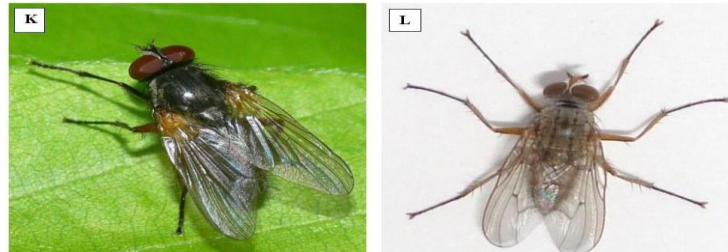
Ce sont des mouches de taille petite à grande (entre 2 et 18mm), Les mouches de cette famille sont généralement de couleur terne (Fig.5) (Wyss et Chérix, 2006). Les larves de Muscides sont des asticots plus fins vers l'avant et arrondis en arrière avec des crochets buccaux fusionnés (Wyss et Cherix, 2014).



**Figure 5:** Diptères nécrophages de la famille des Muscidae. (Koffi 2019).

#### 1.3.3.1.2.4. La famille des Fanniidae (270 espèces mondiales)

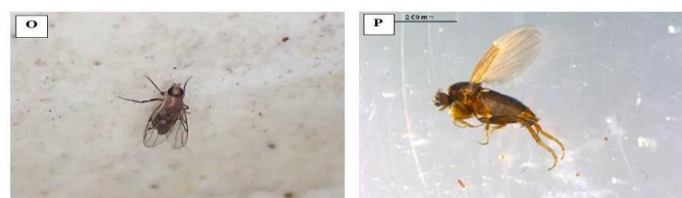
Ce sont des mouches de taille petite à moyenne (3-9 mm), de couleur grise foncée à noire (Fig.6) et sont caractérisées par leur nervation alaire bien particulière. Selon Wyss et Chérix (2006). On les rencontre préférentiellement dans les milieux boisés et sont plus rares en milieux ouverts, Elles se nourrissent de matière organique en décomposition. (Wyss et Chérix, 2001).



**Figure 6:** Diptères nécrophages de la famille des Fanniidae. (Koffi 2019).

#### 1.3.3.1.2.5. La famille des Phoridae (3000 espèces mondiales)

Petites mouche de couleur brune (Fig.7), de 1,5 à 6 mm de longueur , de couleur noire ou jaune. 6 espèces ont été trouvées sur des cadavres humains (Wyss et Chérix, 2006). Selon Dewaele et Leclercq (2002), quatre espèces ont été observées sur des cadavres humains en Europe : *Conicera tibialis* (Schmitz,1925), *Triphleba hyalinata* (Meigen, 1830), *Megaselia rufipes* (Meigen, 1804) et *Megaselia scalaris* (Loew, 1866) .



**Figure 7:** Diptères nécrophages de la famille des Phoridae (Koffi 2019).

#### 1.3.3.1.2.6. La famille des Piophilidae (75 espèces mondiales)

Ce sont de petites mouches de couleur sombre (bleu métallique ou noir), d'une taille qui varie entre 2 mm et 6 mm (Fig.8). Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale. (Wyss et Chérix, 2006).





**Figure 8:** Diptères nécrophages de la famille des Piophilidae (Koffi 2019).

### 1.3.3.2. Ordre des Coléoptères

L'ordre des Coléoptères est l'ordre des insectes le plus important en nombre d'espèces (avec environ 370 000 décrites au monde). On les trouve pratiquement sur tous les continents. Cet ordre compte de part le monde, 370.000 espèces identifiées répartis en 166 familles (wyss et Cherix, 2006).

Ce sont des insectes à métamorphose complète, à pièces buccales de type broyeur ou dérivant de ce type, possédant deux paires d'ailes dont l'antérieures est transformées en étuis sclérifiés ou élytres qui recouvrent en grand la totalité de l'abdomen et les ailes postérieures, celles-ci sont membraneuses, parfois plus ou moins atrophiées à nervation caractéristique (Paulain, 1988). Les antennes sont très variables chez les familles de Coléoptères. On retrouve plusieurs types d'antennes, les principales sont : filiforme, moniliforme, capitiforme, claviforme, styliforme, serriforme, pectiniforme, lamelliforme et flabelliforme, Ce sont des holométaboles à pièces buccales généralement broyeuses. Le prothorax est souvent libre par rapport aux mésothorax et métathorax qui se joignent assez étroitement à l'abdomen (Roth, 1974). Les pattes sont composées de plusieurs segments : coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse. Ce dernier est segmenté généralement en deux ou cinq articles.

#### 1.3.3.2.1. Cycle de développement des coléoptères

Tous les Coléoptères sont holométaboles, c'est à dire qu'ils ont une métamorphose complète. Après l'accouplement, la femelle dépose des œufs, le stade œuf est suivi de trois à cinq stades larvaires séparés par des mues larvaires, puis d'un stade nymphal issu d'une mue larvonymphale. L'imago émerge à la faveur d'une mue nympho-imaginale. La durée de ces métamorphoses varie de quelques semaines à plusieurs années suivant les espèces mais aussi

selon différents paramètres comme la température, l'hygrométrie, et la disponibilité de la nourriture (Merrick et Smith, 2004).

### 1.3.3.2.2. Les principales familles de Coléoptères nécrophages

#### 1.3.3.2.2.1. Famille des Cleridae (3400 espèces)

Les Cleridae sont des insectes de petite taille (3 à 12mm) avec une pilosité assez marquée et des couleurs vives (Fig.9). Les larves et les adultes sont prédateurs des œufs et des larves des diptères nécrophages. Elles possèdent sur le pronotum et les élytres des reflets métalliques verts et bleus (Wyss et Cherix, 2006).



**Figure 9:** Coléoptères nécrophages de la famille des Cleridae. (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.2.2.2. La famille des Histeridae (3900 espèces mondiales)

Sont de petits coléoptères (<10mm de longueur) souvent noirs et brillants (Fig.10), de forme ovoïde qui se récoltent dans les excréments et dans les cadavres (Wyss et Cherix, 2006). On les retrouve dans de nombreux milieux dont les cadavres où ils chassent les larves de Diptères. Ils peuvent exercer une prédation très importante sur les asticots et ainsi réduire de façon significative le nombre de larves de Diptères sur le cadavre (Byrd et Castner, 2001 ; Wyss et Chérix, 2006).



**Figure 10:** Coléoptères nécrophages de la famille des Histeridae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.2.2.3. La famille des Staphylinidae (29 000 espèces mondiales)

Vivent dans les substances et les lieux les plus divers : fumiers, détritius, champignons, etc. La taille des adultes varie fortement d'une espèce à l'autre (Fig.11), soit de 1 à 25 mm (Byrd et Castner, 2001). Ils sont présents très rapidement sur les cadavres et peuvent rester tant qu'il y a une activité entomologique.



**Figure 11:** Coléoptères nécrophages de la famille des staphylinidae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.2.2.4. Nitidulidae (3000 espèces mondiales)

Les adultes sont de petites tailles (<6mm). Ils ont le corps plus ou moins ovale (Fig.12) et des antennes en massue. On les trouve principalement sous les écorces d'arbres, dans les matières animales et végétales en décomposition (Wyss et Cherix, 2006).



**Figure 12:** Coléoptères nécrophages de la famille des Nitidulidae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.2.2.5. La famille des Dermestidae (1000 espèces mondiales)

Les Coléoptères de cette famille sont de taille moyenne (3,5-10 mm) avec un corps couvert de poils courts ou d'écailles (Fig.13). Les larves de cette famille se développent dans les débris organiques.



**Figure 13:** Coléoptères nécrophages de la famille des Dermastidae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.2.2.6. La famille des Silphidae (139 espèces mondiales)

La famille des Silphidae regroupe des individus de taille moyenne à grande (Fig.14) (10 à 35 mm) avec des antennes en massue et un sens de l'olfaction très développé (Chinery, 1988 ; Byrd et Castner, 2001). Les Silphidae sont les premiers Coléoptères à utiliser la source alimentaire (substrat), en consommant les tissus putréfiés et facultativement les larves de Diptères (Midgley, 2007).



**Figure 14:** Coléoptères nécrophages de la famille des Silphidae (Koffi, 2019).

#### 1.3.3.3. Ordre des Hyménoptères

Les Hyménoptères adultes sont pourvus de 4 ailes membraneuses et de pièces buccales du type broyeur-lécheur. La tête est séparée du thorax par un cou très mince caractéristique. On rencontre peu d'espèces autour des cadavres, les plus fréquentes sont les guêpes parasitoïdes de la famille des Pteromalidae (Fig.15) qui pondent leurs œufs dans les pupes des diptères Calliphoridae (Charabidze, 2008).



**Figure 15:** Hyménoptère parasitoïde *Nasonia vitripennis* (Benmira, 2018).

#### 1.3.3.4. Ordre des lépidoptères

Les Lépidoptères, sous leur forme adulte (papillons), sont caractérisés par deux paires d'ailes membraneuses recouvertes d'écailles colorées, un corps couvert d'un épais revêtement de soies et des pièces buccales suceuses (trompe). Peu d'espèces sont associées aux cadavres. Elles interviennent généralement tardivement, surtout durant la phase de rancissement des graisses et lorsque les tissus sont desséchés. Les espèces les plus fréquentes appartiennent à la famille des Tineidae (Fig.16).



**Figure 16:** Famille des Tineidae (Benmira, 2018).

## ***CHAPITRE 2 : Matériel et méthode***

## **CHAPITRE 2 : Matériel et méthode**

### **2.1. Site d'étude**

Les travaux ont été effectués dans un espace ouvert à proximité du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, à l'Université de Constantine 1, au niveau de la commune de Chaabat Ersas, de la wilaya de Constantine qui est située au nord-est Algérien ( coordonnées géographiques 36°21' N – 6°36' E, altitude 574 m).

#### **2.1.1. Caractéristiques climatiques de la wilaya de Constantine**

Constantine possède un climat tempéré méditerranéen avec des températures à fortes amplitudes (Fig. 17,18,). Caractérisé par des étés chauds et secs ainsi que des hivers frais et pluvieux La moyenne pluviométrique varie de 500 à 700 mm par an (Fig.19). Voici un aperçu général du climat annuel de Constantine :

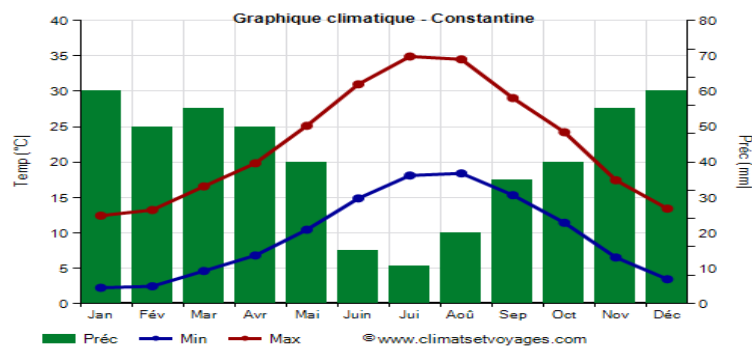
□ Été (juin à septembre) : Les températures estivales à Constantine peuvent atteindre en moyenne entre 30°C et 35°C, avec des pointes plus élevées pendant les vagues de chaleur. Les nuits sont généralement agréablement fraîches. Les précipitations sont rares pendant cette période.

□ Automne (octobre à novembre) : L'automne à Constantine est caractérisé par des températures agréables qui varient entre 20°C et 25°C. Les précipitations augmentent progressivement, avec des averses plus fréquentes.

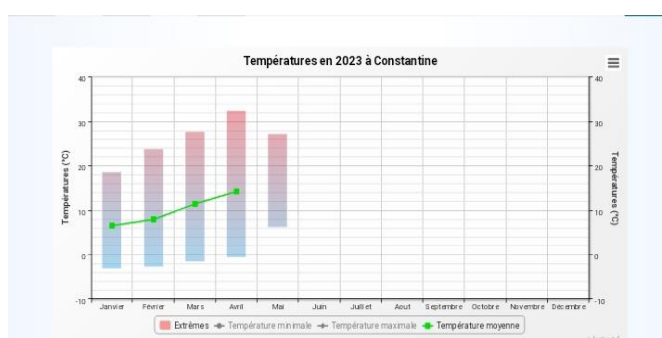
□ Hiver (décembre à février) : Les hivers à Constantine sont frais à froids, avec des températures moyennes oscillant entre 5°C et 15°C. Les températures nocturnes peuvent descendre en dessous de 0°C. Les précipitations sont plus abondantes pendant cette saison, avec des chutes de neige occasionnelles.

□ Printemps (mars à mai) : Le printemps à Constantine est doux, avec des températures qui augmentent progressivement. Les températures diurnes varient généralement entre 15°C et 25°C. Les précipitations diminuent au fil du printemps (Fig.20).

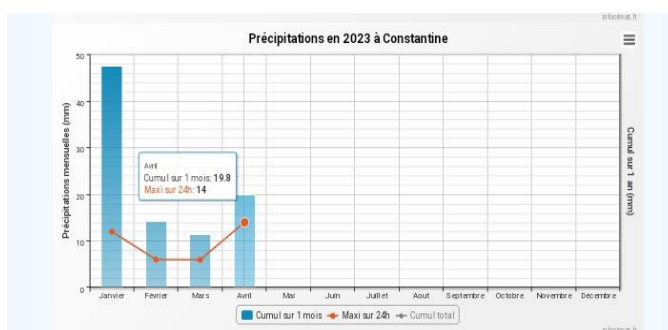




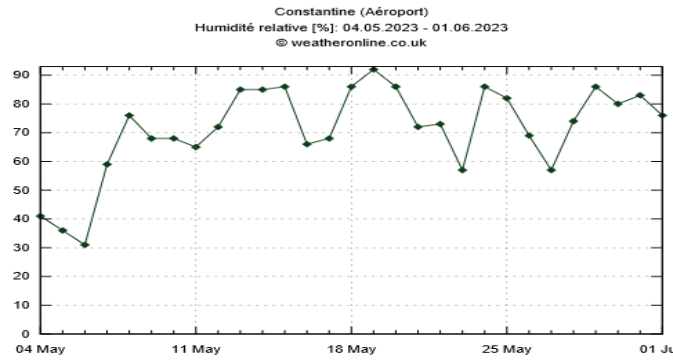
**Figure 17:** Diagramme ombrothermique (1990 à 2020) au niveau de Constantine.



**Figure 18 :** Diagramme ombrothermique des températures en 2023 à Constantine.



**Figure 19 :** Diagramme ombrothermique des précipitations en 2023 à Constantine.



**Figure 20** : Humidités Relatives moyennes mensuelles enregistrées au cours du mois de mai 2023 à Constantine

## 2.2. Présentation du matériel biologique

### 2.2.1. Le cadavre du lapin

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé un lapin pesant environ 2,1 kg (Fig.21). Le lapin a été sacrifié à l'aide d'une solution de chloroforme appliquée sur un coton, qui a été placé avec le lapin dans une cloche en verre jusqu'à ce que celui-ci décède, ce qui a pris environ deux minutes environ. Cette procédure a eu lieu le 14/05/2023 à 12h00 et cela en collaboration avec le Laboratoire de Bioanimerie de l'Université Mentouri de Constantine. La mise en place du cadavre dans une cage conçue par nos soins, a été effectuée le même jour. Ce cadavre a été suspendu dans le toit de la cage grâce à une corde que nous lui avons placée au tour du coup.



**Figure 21** : le lapin avant la mort (Photo originale).

### **2.2.2. La cage**

La cage est montée d'un cadre en fer et recouverte d'un grillage en fer avec de petites mailles afin de protéger le cadavre des prédateurs éventuels (Fig.22). La cage a été placée dans un espace ouvert situé au Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes à l'université Mentouri de Constantine.



**Figure 22** : la cage (Photo originale).

## **2.3. Matériel utilisé**

Pour la réalisation de ce travail nous avons utilisé un matériel bien approprié

### **2.3.1. Matériel utilisé sur terrain**

Pour la réalisation de ce travail nous avons eu besoin de :

- Cage métallique de petites mailles qui laisse passer les insectes.
- Des gants et des bavettes pour notre protection.
- Pinces métalliques.
- Tubes en plastique pour la capture des insectes.
- Un thermomètre.

- Un carnet de terrain pour noter toutes les observations et tous les détails concernant les conditions de prélèvement (le lieu, la date, l'heure et la situation climatique).

Le matériel utilisé est représenté dans la figure 23 :



**Figure 23** : Matériel utilisé pour la récolte des insectes sur cadavre

### 2.3.2. Matériel utilisé au laboratoire

- Du chloroforme (trichlorométhane) pour l'euthanasie
- Cloche en verre
- Pincettes métalliques
- Boîtes de pétri qui ont été utilisées pour la conservation des insectes.
- Éthanol 70%.
- Épingles entomologiques pour épingler les adultes et enfin les identifier sous loupe binoculaire en utilisant des clés d'identification disponibles au laboratoire.
- Gants et bavettes.
- Papier absorbant.

Ce matériel est représenté dans la figure 24



**Figure 24 : Matériel utilisé au laboratoire**

## **2.4. Echantillonnage des insectes adultes**

Le but de l'échantillonnage est de mettre en avant le maximum d'espèces présentes sur le site notamment les Diptères nécrophages par une approche purement qualitative. Nous avons alors au préalable, pris la précaution de préparer tout le matériel servant à la récolte des arthropodes, plus particulièrement les insectes nécrophages trouvés sur le cadavre et dans la cage.

Le matériel utilisé pour prélever les insectes est regroupé dans une boîte facilement transportable. Le collecteur se muni aussi d'un masque et de gants car il est certain que prospecter un animal mort en décomposition n'est pas chose simple, voire répugnant.

Ainsi pour nos investigations, nous avons suivi dans les heures et les jours qui suivent, la colonisation des insectes nécrophages adultes. La méthode adoptée été une méthode de chasse active avec un attrape mouche et des tubes en plastique.

Durant toute la durée de la décomposition du cadavre, Les prélèvements sont effectués quotidiennement, sauf les week-ends.

## 2.5. Manipulation des insectes récoltés

Les spécimens récoltés chaque jour sont placés dans le congélateur ou dans l'alcool pendant 5 minutes environ ou plus afin de les tuer. Les insectes sont ensuite piqués pour être mis dans une boîte de collection (Figure 25).

Les informations présentes sur l'étiquette doivent permettre de déterminer la date et le lieu où l'insecte a été capturé mais également d'identifier la personne qui l'a récolté. Le nom de l'espèce est reporté après identification.

L'identification indispensable à la connaissance des insectes utilisant le substrat (cadavre d'un chien) est réalisée sous loupe binoculaire. Pour ce faire, nous avons utilisé des clés dichotomiques (Wyss et Cherix, 2006). Néanmoins, nous avons pu après plusieurs utilisations des clés, retenir les principaux critères, lesquels sont essentiellement sur la nervation alaire, la forme et la couleur du corps, la couleur des stigmates respiratoires, celle de la tête et des soies situées à son niveau.



**Figure 25** : Les insectes mis dans une boîte de collection. (Photos originale).

## 2.6. Exploitation et analyse des résultats

Les méthodes d'analyses des données sont diverses et variées. Elles dépendent des méthodes d'échantillonnage et de l'objectif fixé. Pour l'étude des communautés animales, particulièrement les insectes, de nombreux auteurs dont Dajet (1976) proposent des analyses de distribution d'abondance et des indices écologiques.

Les indices écologiques qui retiennent notre attention pour l'exploitation de nos résultats sont la richesse spécifique ou totale, la fréquence centésimale (F. C.) ou abondance relative (A. R.) et l'indice de diversité de Shannon-Waever.

## 2.6.1. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

### 2.6.1.1. La richesse totale (S)

Par définition, la richesse totale est le nombre d'espèces que compte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Elle représente un des paramètres fondamentaux, caractéristique d'un peuplement.

Pour la présente étude, la richesse totale est le nombre total des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés.

### 2.6.1.2. L'abondance relative F (%)

L'abondance relative est le pourcentage des individus de l'espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus  $N$ , toutes espèces confondues (DAJOZ, 2000).

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

$n_i$  : nombre d'individus d'une espèce  $i$ .

$N$  : nombre total d'individus toutes espèces confondues.

## 2.6.2. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

### 2.6.2.1. Indice de diversité de Shannon-Waever et équitabilité

D'après (Ramade, 1984), l'indice de diversité de Shannon-Waever est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

$H'$  : est l'indice de diversité exprimé en unité bits

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  : nombre d'individus d'une espèce  $i$ .

$N$  : effectifs ou nombre total d'individus de la collection

$\log_2$  : est le logarithme à base 2

L'indice de Shannon-Waever  $H'$  ne se calcul pas par l'effectif total mais par la proportion de chaque individu  $p_i$ . Par ailleurs, il a l'avantage d'être indépendant de la taille de l'échantillon.

L'indice d'équitabilité ( $E$ ) correspond au rapport de la diversité observée ( $H'$ ) à la diversité maximale ( $H'_{\max}$ ) (Blondel, 1979).

$$E = H' / H'_{\max} \quad \text{où} \quad H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

**S** : La richesse totale

L'équitabilité varie de 0 à 1. Si elle tend vers 0, la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une même espèce. Elle est de 1 si toutes les espèces ont la même abondance, et met en évidence l'existence d'un équilibre entre les populations en présence dans le milieu considéré.



## ***CHAPITRE 3: Résultat***

## CHAPITRE 3: Résultat

### 3.1. Stades de décomposition cadavérique

Durant notre étude, nous avons remarqué la succession de 04 stades dans le processus de décomposition du cadavre. Il s'agit du stade frais, stade de gonflement, stade de décomposition avancée et enfin le stade de dessèchement.

#### 3.1.1 Stade frais

Ce stade a commencé dès la mort du lapin et s'est poursuivi jusqu'à ce que le gonflement du corps soit évident. Il n'y a pas de changements morphologiques significatifs et aucune odeur de décomposition n'est encore perceptible. Le corps peut sembler intact à première vue (Fig.26). Pendant cette phase, les Diptères sont les premiers à être attirés par le corps, et commencent même à pondre des œufs sur le corps.



**Figure 26** : le stade frais (cadavre en bon état) (photo originale).

#### 3.1.2. Stade de gonflement

Il a débuté le huitième jour après la mort du lapin. Nous avons remarqué la présence de quelques diptères dans les orifices naturels tels que les yeux et dans les organes génitaux. Nous avons également remarqué la présence de larves dans la bouche (Fig.27).



**Figure 27** :stade de gonflement cadaverique (Photo originale).

### 3.1.3. Stade de décomposition avancée

Il a commencé le onzième jour et est marqué par une forte odeur et un dégonflement du cadavre suivi par la libération de liquides (Fig.28). nous avons également remarqué l'écoulement du sang de l'anus. Dans ce stade, les larves de Diptères nécrophages, se nourrissent activement des tissus corporels en décomposition. Leur activité peut causer des fissures dans la peau, en particulier dans les zones où ils sont concentrés. Ces fissures peuvent également entraîner la perte de poils ou de cheveux dans les régions affectées. Le plus grand indicateur de cette étape est une augmentation de la présence de coléoptères et une réduction de la dominance des Diptères sur le corps.



**Figure 28** : décomposition avancée (Photo originale).

#### **3.1.4. Stade de dessèchement**

Il s'agit de la dernière étape de la décomposition marquée par une odeur très forte, Il ne reste que la peau, la fourrure et les os (Fig.29), le cadavre s'est complètement asséché.



**Figure 29** : Stade de dessèchement (Photo originale).

### **3.2. Relevés des insectes selon l'état du cadavre**

Pendant toute la durée de nos recherches, nous avons observé l'évolution du cadavre en fonction des paramètres suivants : température, humidité, climat et nombre de spécimens récoltés chaque jour, à l'exception des week-ends, nous avons pris soin d'examiner attentivement .Ces investigations, menées pendant 23 jours, nous ont permis de collecter principalement des insectes nécrophages à l'état adulte. Ces résultats sont répertoriés dans le tableau suivant (Tableau01).

**Tableau 01** : Caractéristiques physiques du site de prélèvement et état du substrat.

Date	T(°C)	Hygrométrie	Climat	Etat du cadavre	Nb. de spécimens
14/05/2023	15.2°C	80%	Pluit	Frais	0
15/05/2023	16°C	68%	Pluit	Frais	0
16/05/2023	18°C	65%	Pluit	Frais	0
17/05/2023	22.5°C	67%	ensoleille	Frais	4
18/05/2023	14°C	85%	Pluit	Frais	0
21/05/2023	20°C	87%	nuageux	Présence d'œufs	27
22/05/2023	25.5C	72%	ensoleille	Commenceà se gonfler	61
23/05/2023	28.5°C	71%	nuageux	Gonflement	30
24/05/2023	19.3°C	63%	orage	Présence Des larves	30
25/05/2023	15°C	78%	orage	Dégage odeur forte	10
28/05/2023	24°C	57%	nuageux	Putréfié	135
29/05/2023	17°C	61%	Pluit	Peau et os	10
30/05/2023	23.5°C	58%	ensoleille	Peau et os	87
31/05/2023	22.8°C	79%	ensoleille	Peau et os	55
01/06/2023	26°C	82%	nuageux	Décomposition totale	32
04/06/2023	23°C	81%	ensoleille	Asséché	9
05/06/2023	21°C	80%	ensoleille	Asséché	8

### 3.3. Composition de la faune nécrophage

#### 3.3.1. Inventaire systématique

Durant notre étude allant de 14/05/2023 jusqu'au 05/06/2023 nous avons capturé un total de 498 spécimens dont 07 espèces appartenant à l'ordre des Diptères (221 spécimens), 09 espèces appartenant à l'ordre des Coléoptères (268 spécimens) et 01 espèce appartenant à celui des Hyménoptères (09 spécimens). La faune récoltée est représentée dans le tableau suivant Tableau 02.

**Tableau 02** : Inventaire de la faune cadavérique de la région de Constantine.

Ordre	Familles	Genres	Espèces	Nombre
Diptères	Calliphoridae	<i>Calliphora</i>	<i>Calliphora vicina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	7
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	93
			<i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826)	48
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	<i>Sarcophaga carnaria</i> (Linnaeus, 1758)	4
			<i>Sarcophaga sp.</i>	1
	Muscidae	<i>Musca</i>	<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)	45
	Fanniidae			12
Piophilidae			11	
Coléoptères	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes peruvianus</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	165
	Silphidae	<i>Silpha</i>	<i>Silpha rugosa</i> Linnaeus, 1758	11
	Staphylinidae	<i>Creophylus</i>	<i>Creophylus maxillosus</i> (Linnaeus, 1758)	14
	Histeridae	<i>Hister</i>	<i>Hister unicolor</i> (Linnaeus, 1758)	10
			<i>Hister purpurascens</i> (Herbst, 1792)	2
		<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus semistriatus</i> (Scriba, 1790)	1
			<i>Saprinus aeneus</i> (Fabricius, 1775)	42
Trogidae	<i>Trox</i>	<i>Trox hispidus</i> (Pontoppidan, 1763)	1	
Cléridae			22	
Hyménoptères	Pteromalidae	<i>Nasonia</i>	<i>Nasonia sp.</i>	9

Le tableau02 montre la présence de 12 familles et 11 genres; au total 15 espèces ont été recensées. Ces espèces appartiennent aux familles des Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae, Silphidae, Trogidae et Pteromalidae. Notons que l'identification de quelques spécimens n'a pu se faire que par la famille (cléridae, Piophilidae et Fanniidae).

**Tableau 03** : dénombrement des différentes espèces récoltées pendant toute la période de l'échantillonnage.

Date	Espèce/ Famille récoltées	Nb.de spécimens
17/05/2023	<i>Lucilia sericata</i>	2
	<i>Musca domestica</i>	1
	Cléridae	1
21/05/2023	<i>Musca domestica</i>	2
	<i>Lucilia sericata</i>	21
	Piophilidae	2
	<i>Calliphora vicina</i>	1
	Fanniidae	1
22/05/2023	<i>Calliphora vicina</i>	2
	<i>Lucilia sericata</i>	32
	<i>Lucilia silvarum</i>	17
	<i>Musca domestica</i>	6
	Piophilidae	1
	<i>Saprinus aeneus</i>	2
	<i>Dermestes peruvianus</i>	1
23/05/2023	<i>Musca domestica</i>	6
	<i>Lucilia sericata</i>	12
	<i>Lucilia silvarum</i>	7
	<i>Sarcophaga carnaria</i>	2
	<i>Hister unicolor</i>	1
	<i>Dermestes peruvianus</i>	1
	Cléridae	1
24/05/2023	<i>Calliphora vicina</i>	1
	<i>Lucilia sericata</i>	11
	<i>Lucilia silvarum</i>	12
	Fanniidae	1
	<i>Musca domestica</i>	1
	<i>Nasonia sp.</i>	1

	<i>Saprunus aeneus</i>	1
	<i>Dermestes peruvianus</i>	2
25/05/2023	<i>Musca domestica</i>	5
	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1
	Fanniidae	3
	Piophilidae	1
28/05/2023	<i>Lucilia sericata</i>	7
	<i>Lucilia silvarum</i>	8
	<i>Musca domestica</i>	2
	<i>Calliphora vicina</i>	1
	Fanniidae	2
	<i>Nasonia sp.</i>	2
	<i>Dermestes peruvianus</i>	86
	Cleridae	7
	<i>Silpha rugosa</i>	8
	<i>Saprinus aeneus</i>	7
	<i>Creophylus maxillosus</i>	3
	<i>Hister unicolor</i>	1
	<i>Hister purpurascens</i>	1
	29/05/2023	<i>Musca domestica</i>
<i>Calliphora vicina</i>		1
<i>Sarcophaga carnaria</i>		1
Fanniidae		2
Piophilidae		1
<i>Dermestes peruvianus</i>		3
Cleridae		1
30/05/2023	<i>Musca domestica</i>	9
	<i>Lucilia sericata</i>	3
	<i>Lucilia silvarum</i>	3
	<i>Calliphora vicina</i>	1
	Piophilidae	1



	Fanniidae	1
	<i>Nasonia sp.</i>	3
	<i>Saprinus aeneus</i>	13
	<i>Saprinus semistriatus</i>	1
	<i>Creophylus maxillosus</i>	4
	<i>Dermestes peruvianus</i>	41
	<i>Silpha rugosa</i>	1
	<i>Hister unicolor</i>	3
	Cleridae	3
31/05/2023	<i>Lucilia sericata</i>	4
	<i>Lucilia silvarum</i>	1
	<i>Musca domestica</i>	6
	<i>Sarcophaga sp.</i>	1
	Piophilidae	2
	Fanniidae	2
	<i>Dermestes peruvianus</i>	19
	<i>Creophylus maxillosus</i>	5
	<i>Saprinus aeneus</i>	12
	<i>Silpha rugosa</i>	1
	<i>Hister unicolor</i>	1
	<i>Hister purpurascens</i>	1
01/06/2023	<i>Lucilia sericata</i>	1
	<i>Musca domestica</i>	2
	Piophilidae	1
	<i>Nasonia sp.</i>	3
	<i>Dermestes peruvianus</i>	8
	<i>Creophylus maxillosus</i>	1
	<i>Saprinus aeneus</i>	6
	<i>Hister unicolor</i>	3
	Cleridae	7
04/06/2023	<i>Musca domestica</i>	4

	Piophilidae	2
	<i>Dermestes peruvianus</i>	1
	<i>Trox hispidus</i>	1
	<i>Hister unicolor</i>	1
05/06/2023	<i>Dermestes peruvianus</i>	3
	<i>Creophylus maxillosus</i>	1
	<i>Silpha rugosa</i>	1
	<i>Saprinus aeneus</i>	1
	Cleridae	2

### 3.3.2. Nombre d'individus et fréquences centésimales des familles identifiées

Le Tableau 04 représente le nombre d'individus par familles et les fréquences centésimales de chacune d'elles.

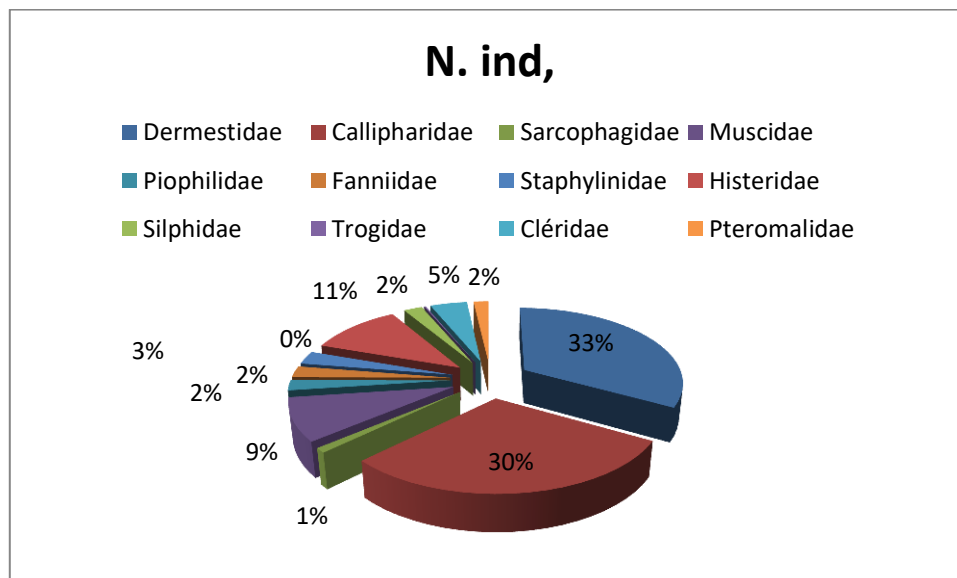
On constate que la famille la mieux représentée est celle des Dermestidae avec 165 spécimens suivie par celle des Calliphoridae représentée par 148 spécimens; la famille des Muscidae est représentée par 45 individus. Les autres familles sont faiblement représentées.

**Tableau 04 :** Nombre de spécimens et fréquences relatives par famille.

Familles	N. ind,	FR (%)
Dermestidae	165	33
Callipharidae	148	30
Sarcophagidae	5	1
Muscidae	45	9
Piophilidae	11	2
Fanniidae	12	2
Staphylinidae	14	3
Histeridae	55	11
Silphidae	11	2

Trogidae	1	1
Cleridae	22	4
Pteromalidae	9	2
total	498	100%

Ainsi, comme le montre la figure 30, les Dermestidae sont les plus abondants (33%) suivis par les Callipharidae avec 30% du total récolté, ensuite les Histeridae avec 11%. Le reste des familles est faiblement représenté avec des abondances relatives qui fluctuent entre 9% et 1%.



**Figure 30 :** Représentation des abondances relatives par familles

### 3.3.3. Fréquences centésimales des familles de Diptères

L'arrivée des Diptères sur le cadavre diffère selon le stade de décomposition ; les premières mouches arrivées sur le cadavre au stade frais appartiennent en majorité à la famille des Calliphoridae : (*Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum*, *Calliphora vicina*).

Les Muscidae font partie également des premiers colonisateurs et ont continué leurs activités jusqu'au dernier stade.

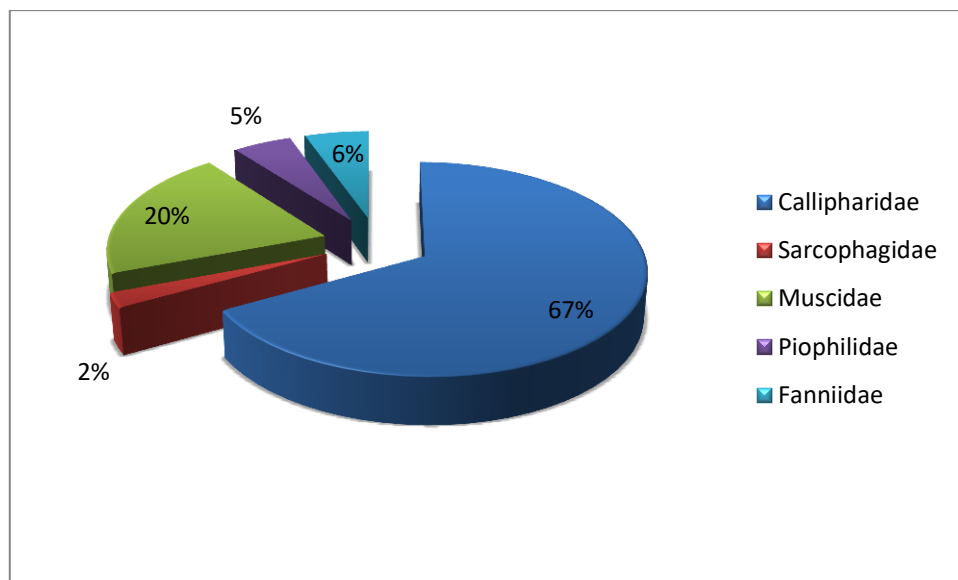
Au stade de gonflement, nous constatons une diversité de Diptères nécrophages : Les

Calliphoridae ; les Sarcophagidae, les Piophilidae , les fanniidae et les Pteromalidae. Par contre au stade de décomposition avancée et de dessèchement, les diptères sont rares sur le substrat.

Le Tableau 05 représente les effectifs et les fréquences centésimales des familles de Diptères

**Tableau 05 :** Nombre de spécimens des familles de diptères fréquences relatives respectives

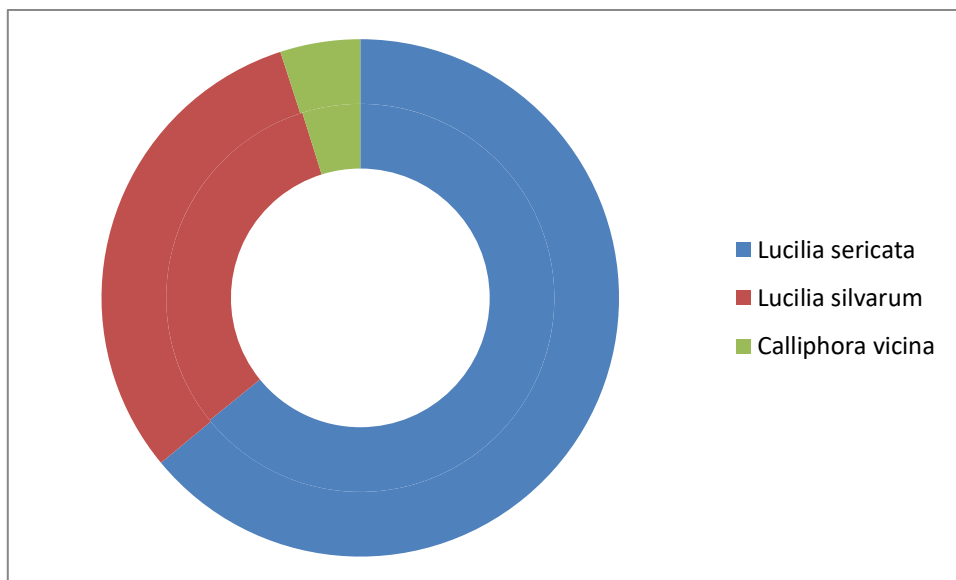
Familles	N. ind,	FR (%)
Callipharidae	148	67
Sarcophagidae	5	2
Muscidae	45	20
Piophilidae	11	5
Fanniidae	12	6
Totale	221	100%



**Figure31 :** Abondance relatives des familles de Diptères durant le processus de décomposition.

La figure 31 montre que la famille des Calliphoridae est la plus abondante parmi les espèces de diptères capturées ( *L. sericata* 93 individus, *L. silvarum* 48 individus ..) avec une fréquence centésimale de 67% Suivis par celle des Muscidae ( *Musca domestica* 45 individus) avec 20%, ensuite les Fanniidae et les Piophilidae sont représentées respectivement avec 6% et 5%, et enfin la famille des Sarcophagidae qui est très faiblement représentée avec 2%.

### 3.3.4. Fréquences centésimales des espèces de Calliphoridae



**Figure 32:** Abondances relatives des espèces récoltées appartenant à la famille des Calliphoridae

La figure 32 montre que l'espèce la plus abondante est *Lucilia sericata* (mouche verte) avec 62,8% suivie par *Lucilia silvarum* (mouche verte) avec 32,4%, et enfin *Calliphora vicina* (mouche bleue) qui est très faiblement représentée avec 4,7%.

Et donc nous remarquons que les mouches vertes dominent les mouches bleues.

### 3.3.5. Caractéristiques systématiques des Diptères Calliphoridae

Ce sont des mouches de taille moyenne. La tête et le corps possèdent de longues soies, avec un dimorphisme sexuel au niveau des yeux.

La majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir.

**a-*Lucilia sericata* (Meigen, 1826).**

- C'est une mouche légèrement plus grande que la mouche domestique.
- Coloration brillante métallique verte (Fig.33) avec des poils noirs
- Les ailes sont claires,
- Basicosta jaune brillant avec des nervures d'une couleur brune.



**Figure 33:** *Lucilia sericata* sous loupe binoculaire (photo originale).

**b-*Lucilia silvarum* (Meigen, 1826).**

- Mouche de couleur verte (Fig.34).
- Basicosta noir ou brun foncé.
- Tête de couleur grise avec des poils noirs.
- Sclérite sous-costal glabre, sans poils.



**Figure 34 :***Lucilia silvarum* sous loupe binoculaire ( photos original).

**c- *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830).**

- Mouche de coloration bleue métallique.
- basicosta jaune.
- partie dorsale dotée de trois paires de poils (Fig.35).



**Figure 35 :** *Calliphora vicina* (photo originale)

### 3.4. Indice écologique de structure

#### 3.4.1. Indice de diversité H' de Shannon-Weaver et Equitabilité

Pour l'interprétation de nos résultats, nous avons utilisé l'indice de diversité H' de SHANNON-WEAVER qui est exprimé en **bits**.

Les résultats qui portent sur l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) de la faune récoltée sont représentés par le tableau 6

**Tableau 06 :** Indice de diversité H', diversité maximale et Equitabilité

Cadavre	ni	ni/N	log <sub>2</sub> ni/N	Pi log <sub>2</sub> Pi
<i>Musca domestica</i>	45	0,090	-3,4681484	-0,31
<i>Lucilia sericata</i>	93	0,187	-2,42	-0,45
<i>Lucilia silvarum</i>	48	0,096	-3,38	-0,33
<i>calliphora vicina</i>	7	0,014	-6,15	-0,09
<i>Sarcophaga carnaria</i>	4	0,008	-6,96	-0,06
<i>Sarcophaga.sp</i>	1	0,002	-8,96	-0,02
Piophilidae	11	0,022	-5,50	-0,12

Fanniidae	12	0,024	-5,38	-0,13
<i>Dermestes peruvianus</i>	165	0,331	-1,59	-0,53
<i>Créophilus maxillosus</i>	14	0,028	-5,15	-0,14
<i>saprinus aenus</i>	42	0,084	-3,57	-0,30
<i>Saprinus semistriatus</i>	1	0,002	-8,96	-0,02
<i>hister unicolor</i>	10	0,020	-5,64	-0,11
<i>hister purpuraseus</i>	2	0,004	-7,96	-0,03
<i>Silpha rugosa</i>	11	0,022	-5,50	-0,12
<i>trox hispidus</i>	1	0,002	-8,96	-0,02
Cléridae	22	0,044	-4,50	-0,20
<i>Ptéromalidae</i>	9	0,018	-5,79	-0,10
Total	498			
H'	3,08			
H'max	4,17			
Equitabilité	0,74			

**H'** : Indice de diversité ; **H' max** : diversité maximale ; **E** : Indice d'équitabilité

Nous constatons que la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver est égale à 3.08 bits ce qui montre que la faune nécrophage récoltée pendant notre période d'investigation est diversifiée.

La valeur d'équitabilité E obtenue est de 0.74. Elle tend vers 1 ce qui signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre elles.



## ***CHAPITRE 4: Discussion***

## CHAPITRE 4 : Discussion

La dégradation d'un cadavre et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et sont influencés par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (Wells et Lamotte, 1995 ; Campobasso *et al.*, 2001).

notre étude s'est déroulée dans un espace ouvert situé près du laboratoire de Biosystematique et Ecologie des Arthropodes à l'université Mentouri de Constantine durant une période de 23 jours (du 14 /05/2023 au 05/06/2023).

Notre travail est basé sur l'influence des insectes nécrophages sur la dégradation cadavérique, alors que les insectes ne sont pas les seuls facteurs qui agissent sur la vitesse de dégradation, il y a aussi la température, l'humidité, les bactéries, le lieu et la cause de la mort.

Les facteurs abiotiques sont : les Températures relative, l'hygrométrie et les précipitations. Les facteurs biotiques, quant à eux sont représentés par un cadavre suspendu dans une cage en fer.

Durant la période de notre étude, il y a eu une succession d'insectes nécrophages sur notre substrat. Nous avons pu capturer un total de 498 spécimens répartis en 12 familles.

Nos résultats révèlent que les premières espèces qui visitent le cadavre sont principalement des Diptères de la famille des Calliphoridae, ce qui corrobore avec les travaux de Wyss(2004) Tabor (2004) et Benmira (2010).

Dans la présente étude, nous constatons que les mouches appartenant à l'espèce *Lucilia sericata* et *Musca domestica* sont les premières à intervenir. Effectivement, dès le dépôt du cadavre, les Calliphoridae interviennent vite pour le coloniser (Woleff *et al.*, 2001; Carvalho *et al.*, 2004; CHarabidze, 2008).

L'identification des individus capturés révèle la présence de 15 espèces dont 06 appartiennent à l'ordre des Diptères (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae) et le reste des Diptères n'a pu être identifié que jusqu'à la famille (Piophilidae et Fanniidae). Huit espèces appartiennent à l'ordre des Coléoptères (Dermastidae ,Silphidae, Staphylinidae,Histeridae) et 01 à l'ordre des Hyménoptère (*Nasonia sp.*).

Nous remarquons que les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la colonisation d'un cadavre par la faune nécrophage, plus les conditions sont favorables plus la faune cadavérique est diversifiée et plus la décomposition du cadavre est rapide (Filali, 2010).

Durant notre étude, la durée totale du processus de décomposition du cadavre du lapin était de 23 jours que nous avons scindé en 4 stades : le stade frais (06 jours), le stade de gonflement (03 jours), le stade de décomposition avancée (06 jours), et le dernier stade qui est celui du dessèchement (07 jours). cette durée est très courte par rapport a celle de la décomposition des lapins au désert de l'Égypte et du Kuwait qui est beaucoup plus longue (52journs) en particulier dans les derniers stades de décomposition (Tantawi, 1996 ; Al-Mesbah, 2010 ; Al-Mesbah et al, 2012). Au Brésil, le processus de décomposition des rats était court (Moura et al, 1997), Ces observations peuvent être expliquées par la variation de la taille du cadavre et des conditions environnementales qui sont deux facteurs importants pour la détermination de la durée de ce processus.

Durant notre étude, les Coléoptères étaient les plus dominants avec 54% (268 individu) répartis en 6 familles, la famille des Dermestidae domine avec 165 individus représentée par l'espèce *Dermestes peruvianus* . Ils sont suivis par les Diptères 44% (221 individus), l'espèce *Lucilia sericata* domine avec 93 individus suivie par *Lucilia silvarum* avec 48 individus. L'espèce *Calliphora vicina* est très faiblement représentée. Donc, nous constatons que les mouches vertes dominent les mouches bleues. Cela concorde avec les travaux de Benmira (2018) qui a expliqué cela par la préférence des mouches vertes des saisons chaudes (été, printemps) contrairement aux mouches bleues qui sont actives dans les saisons froides (automne, hiver).

Une variation significative dans l'abondance des espèces en fonction des stades de décomposition a été aussi signalée par Benbou et al. (2013).

L'indice de diversité de Shannon-Weaver  $H'$  est égale 3.08 bits ce qui signifie que la faune récoltée est diversifiée. Au Brésil à Pernambuco en zone semi-aride, dans une étude réalisée sur un cadavre de porc, de faibles indices de diversité de Shannon pendant les premières étapes de la décomposition ( $H' = 0,41$  bits) au stade frais, puis plus élevés au stade sec ( $H' = 1,69$  bits) (MAYER et VASCONCELOS, 2013), ce qui signifie que la faune nécrophage est plus diversifiée en Algérie.

La valeur de l'équitabilité obtenue par rapport aux espèces capturées est de 0.74. Cette valeur tend vers 1 ce qui signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre elles. Berrouane (2013) note des valeurs élevées de l'équitabilité pour la faune nécrophage récoltée sur 8 cadavres ( $0,57 \leq E < 0,79$ ). La valeur la plus forte de E concerne les Arthropodes nécrophages vivant sur le cadavre de la couleuvre fer-à-cheval 1 ( $E = 0,79$ ).

Les premiers colonisateurs étaient les Diptères Calliphoridae (*L. sericata*, *L. silvarum*), les coléoptères ont intervenu plus tardivement et sont restés jusqu'à la fin de la décomposition.

Dans les régions afro-tropicale, orientales, l'Inde, la Chine, l'Amérique du sud, l'Europe centrale et du sud l'espèce *Chrysomia albiceps* est généralement le premier colonisateur d'un cadavre (Baumgartner et Greenberg, 1984 ; Hall et Smith, 1993 ; Gennard, 2012, Sathe et al, 2013), elle est également considérée comme l'une des espèces les plus rencontrées en Afrique du Sud (Mostovski et Mansell, 2004) où elle est reconnue comme espèce estivale.

Concernant les Coléoptères Staphylinidae (*C. maxillosus*) et les Histeridae (*Saprinus sp*), ils sont apparus dès la putréfaction du cadavre. Ces espèces sont prédatrices des larves de Diptères (Castro, 2011 ; Dekeirsschieter et al, 2011 ; Dekeirsschieter, 2012 ; Gennard, 2012 ; Wyss et Cherix, 2013). Ces observations expliquent leur présence durant cette période qui correspond à une activité larvaire élevée.

Cependant les espèces et l'ordre de succession peuvent varier selon la zone géographique (Avila et Goff, 1998 ; Grassberger et Frank, 2004 ; Brundage et al, 2011) le type du milieu (Mac Leod, 1975 ; Smith et Wall, 1997 ; Tantawi et al. 1997 ; Touberlin et Adler, 1998 ; Hwang, 2005, Sharanowski et al, 2008 ; Hwang et Turner, 2009 ; Al- Mesbah et al, 2010) ou encore suivant les saisons et les années (Martinez-Sanchez et al, 2000 ; Cruikshank et Wall, 2002 ; Arher, 2003 ; Schroeder et al, 2003 ; Golson et al, 2005 ; Voss et al, 2009 ; Akotsen-Mensah et al 2011 ; Battan et Linhares, 2011 ; Brundage et Lihares, 2011 ; Charabidze et al. 2012).

En fin, nous constatons que les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la colonisation d'un cadavre par la faune nécrophage. Plus les conditions sont favorables (température suffisante pour le vol et la ponte des adultes) plus la faune est diversifiée et plus la décomposition du cadavre est rapide. Ainsi, les travaux de Wyss (2004) et de Benmira (2018) révèlent bien que la diversité des Diptères nécrophages varie selon les saisons.

## *Conclusion et perspectives*

## Conclusion et perspectives

Les résultats de l'étude que nous avons menée sur un cadavre de lapin suspendu nous ont permis de constater que les insectes nécrophages sont les principaux responsables de la décomposition des cadavres. Leur rôle consiste en la dislocation mécanique et la digestion des tissus cadavériques.

La diversité de la faune nécrophage dépend de l'état de décomposition du cadavre, plus il se décompose, plus les insectes nécrophages se diversifient.

Les premiers représentants de la faune nécrophage qui colonise le cadavre juste après sa mort appartiennent à l'ordre des Diptères, c'est probablement la famille la plus importante en entomologie forensique. Après quelques jours nous remarquons l'apparition des Coléoptères et des Hyménoptères.

Les Calliphoridae appartenant au genre *Lucilia* (mouches vertes) sont plus actives en saisons chaudes (printemps, été), contrairement aux mouches bleues appartenant au genre *Calliphora* qui sont plus actives en automne et en hiver.

La température et l'hygrométrie jouent un rôle très important dans la diversité des espèces nécrophages. Il serait alors nécessaire voire primordial d'en tenir compte pour mieux appréhender la faune nécrophage lors d'une expertise forensique.

Notre modeste contribution constitue un début pour l'évolution de l'entomologie forensique en Algérie. Il serait convenable de poursuivre les investigations en réalisant des expertises entomologiques dans différentes régions et donc différentes conditions climatiques et sur différents substrats pour mieux connaître les insectes nécrophages, leurs préférences et leurs périodes d'activité.

## Références Bibliographiques

- **AIT ALI SAID K., 2016.** - Inventaire des insectes nécrophages dans la région de Tizi-Ouzou et leur utilisation en médecine légale. Mémoire de fin d'études. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 34-55.
- **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* (ed. by J.H. Castner & J.L. Byrd). CRC Press, Boca Raton, FL, 143-169.
- **Aouati A., Benmira S., Guerroudj F. & Berchi S., 2017.** - Seasonal study of scavenger wildlife of forensic interest in Constantine (Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies.*; 5(2): 1251-1256
- **BELKHIRI Widad., 2018.** - Contribution à l'identification des insectes nécrophages de la région de Guelma et l'effet de la putréfaction cadavérique dans la datation des crimes.
- **Benecke M., 2001.** - A brief history of forensic entomology. *Forensic Science international*, 120 :2-14.
- **Benmira S., 2018.** - Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légal sur cadavre animal et activité saisonnière des Diptères Calliphoridae. Thèse de Doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine, 25- 29.
- **Byrd J. H. & Castner J. L., 2001.** - Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA, 418.
- **Carter D.O., Yellowlees D. & Tibbett M., 2007.** - Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems *Natur. wissenn chaften.*94(1) :12-24.
- **Charabidze D. & Bourel B., 2007.** - Entomologie médico-légale: les insectes au service de la justice. *Insectes* 29 n° 147 (4).
- **Charabidze D., Morvan G., Dupont D., Gosset D. & Bourel B., 2008.** - Forenseek: un programme de simulation du développement des insectes nécrophages dédié à l'entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, 44: 385-392.

- **Charabidze D., 2008.** - Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale. Thèse de doctorat. Université du Droit et de la Santé-Lille II.
- **Charabidze D., 2012.** - La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*.**48** (3-4): 239-252.
- **Chinery M., 1988.** - Insectes de France et d'Europe occidentale. Paris.
- **Chinery M., 2005.** - Insectes de France et d'Europe occidentale, *Paris: Flammarion*, 192.
- **DAO H., ABOUA L. R. N., & AGBOKA K., 2019.** - Influence des saisons sur l'activité des insectes nécrophages dans le processus de décomposition de cadavres de porc (*Sus scrofa domesticus* L.) exposés à l'air libre en zone sub-soudanaise de Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, **15**(1) 361-376.
- **DEKEIRSSCHIETER J., FREDERICKX C., & VERHEGGEN F., 2010.** - L'écologie chimique au service de l'entomologie forensique-une nouvelle approche pour caractériser l'écosystème « cadavre ». *Journal des Ingénieurs*, 128.
- **DEKEIRSSCHIETER J., VERHEGGEN F., & FREDERICKX C., 2012.** - Comment les insectes communiquent-ils au sein de l'" écosystème-cadavre" ? L'écologie chimique des insectes nécrophages et nécrophiles. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*,
- **Dewaele P. & Leclercq M., 2002.** - Les Phorides (Diptères) sur cadavres humains en Europe occidentale. In : *Proceedings of The First European Forensic Entomology Seminar. Rosnysous-bois, France.*
- **FOCANT J.F., 2012.** - Vers une meilleure caractérisation des étapes de décomposition cadavérique. *Bulletin d'information : Toxicologie médico-légale. Questions ouvertes*, 11.
- **Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F. J. & Haubruge E., 2010.** - L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. *Faunistic Entomology*, **63** (4), 237-249.
- **Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F.J. & Haubruge E., 2011.** - L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. *Faunistic Entomology*,



63(4) :237-249.

- **GACI L., 2018.** - La diversité entomologique près d'un cadavre animal. Thèse de doctorat. Université de Bouira.
- **Gennard D. E., 2007.** - Forensic entomology: An introduction. *Library of congress cataloging, England, 254.*
- **Hall R.D., 2001.** - Introduction: Perceptions and status of forensic entomology. In *J.H Castner and J.L.Byrd (éds.), Forensic Entomology : the Utility of Arthropods in legal investigations.* 1-16.
- **KOFFI A. F., 2018.** - Insectes nécrophages sur substrat de porc (*Sus scrofa domestica* L.) en zone guinéenne de Côte d'Ivoire : diversité, dynamique des populations et intérêt en expertise médico-légale. Thèse de doctorat. Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan-Côte d'Ivoire).
- **Leclercq M. & Brahy G., 1985.** - Entomologie et Médecine légale. Datation de la mort. *Journal de Médecine légale Droit Médical.* **28** :271-278.
- **Leclercq J., 2009.** - Marcel Leclercq (1924-2008), médecin, diptériste, parasitologue et pionnier de l'entomologie forensique. *Faunistic Entomology* **65**: 129-150.
- **Megnin J. P., 1894.** - La faune des cadavres : application de l'entomologie à la médecine légale. *Gauthier-Villars et fils,* 210.
- **Merrick J. & Smith R. J., 2004.** - Temperature regulation in burying beetles *Nicrophorus* spp. (Coleoptera: Silphidae): effects of body size, morphology and environmental temperature. *Journal of Experimental Biology,***207**: 723-733.
- **Midgley J. M., 2007.** - Aspects of the thermal ecology of six species of carcass beetles in South Africa (A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science of Rhodes University),63.
- **MINCHILLI D., 2020.** - Thanatochimie : Caractérisation de l'odeur de décomposition d'un cadavre et réponse olfactive des Coléoptères nécrophages.
- **MOUGEAT K., 2012.** - L'entomologie forensique. Thèse de doctorat.

- **Roth M., 1974.** - Initiation à la morphologie. La systématique et la biologie des insectes. *O.R.S.T.O.M*, **23**:197.
- **Wyss C. & Cherix D., 2001.** – les insectes nécrophages au service de la justice: entomologie forensique en suisse romande, *labmed* :1-9.
- **Wyss C. & Cherix D., 2006.** - Traité d'entomologie forensique : les insectes sur la scène du crime, Lausanne : *presses polytechniques et universitaires romandes*. 317.
- **Wyss C. & Cherix D., 2013.** - traité d'entomologie forensique : les insectes sur la scène de crime .2eme éd. *Presses polytechniques et Universitaires romandes*. (*Collections des sciences foresiques*).326.
- **Wyss C. & Cherix D., 2014.** - les diptères nécrophages. In Insectes, cadavre et Scènes de crime : *Principe et application de l'entomologiemédico-légale*(ed.By D. Charabidzé &M. Gosselin). *Deboeck*, 59-78.

## Résumé

L'entomologie médico-légale est la science qui étudie l'ensemble des relations entre les insectes et la justice.

Nous avons mené notre étude sur un cadavre de lapin suspendu dans un espace ouvert près du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes de l'université Mentouri de Constantine.

Durant notre étude allant de 14/05/2023 jusqu'au 05/06/2023 nous avons capturées un total de 498 spécimens dont 07 espèces appartenant à l'ordre des diptères (221 spécimens) et 09 espèces appartenant à l'ordre des coléoptères (268 spécimens) et 01 espèces pour les hyménoptères (09 spécimens).

La dégradation d'un cadavre et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et ils sont influencés par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques.

Nous constatons que les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la colonisation d'un cadavre par la faune nécrophage, plus les conditions sont favorables plus la faune cadavérique est diversifiée et plus la décomposition du cadavre est rapide.

Les Calliphoridae sont probablement le groupe le plus important des insectes nécrophages et sont les premiers à venir coloniser un cadavre.

**Mots clés :** Insectes nécrophages, Entomologie Forensique, Cadavre, Calliphoridae.

## **Abstract**

Forensic entomology is the science that studies the relation between insects and justice.

This study presents the results of work conducted on a rabbit carcass that took place in an open space located at the Biosystematics and Arthropod Ecology Laboratory of Mentouri Constantine University in Chaabat erssas.

During our study from 14.05.2023 to 05.06.2023, we captured 498 specimens, including 07 species belonging to the order Diptera with 221 specimens, 09 species belonging to the order Coleoptera with 268 specimens, and 01 species belonging to the order Hymenoptera with 09 specimens.

The degradation of a corpse and its colonization by insects are two closely related phenomena, and they are influenced by numerous biotic and abiotic factors.

We observe that climatic conditions play a very important role in the colonization of a corpse by necrophagous fauna. The more favorable the conditions are the more diverse the cadaveric fauna becomes, and the faster the decomposition of the corpse occurs.

**Keywords:** Insects scavenger, Forensic Entomology, corpse, Calliphoridae

## ملخص

علم الحشرات الطبية القانوني هو العلم الذي يدرس العلاقة بين الحشرات و العذالة تقدم هذه الدراسة نتائج العمل الذي تم اجراؤه على جثة ارنب في مختبر النظام الحيوي و بيئة المفصليات في جامعة منتوري قسنطينة بشعبة الرصاص.

خلال فترة الدراسة التي استمرت من 23.05.2023 الى 05.06.2023 تم التقاط 498 عينة تشمل 07 انواع تنتمي الى رتبة الذباب ( 221 عينة) و 09 انواع تنتمي الى الرتبة خنافس ( 268 عينة) و 01 نوع من غشائيات (09 عينة).

تبين الدراسة ان تدهور الجثة و استيطانها بواسطة الحشرات هما ظاهراتان مرتبطتان بشكل و ثيق و تتاثران ببعوامل حيوية و غير حيوية عديدة.

نلاحظ ان الظروف المناخية تلعب دورا هاما جدا في استيطان الجثة بواسطة الحشرات اكلة للجثت حيث يكون التنوع التنوع البيولوجي للحشرات اكلة للجثت و سرعة تحلل الجثة اكبر كلما كانت الظروف اكثر ملائمة.

الكلمات المفتاحية: الحشرات الاكلة للحوم. ذباب. جثة. الحشرات الطبية.

<p align="center"><b>Année universitaire : 2022-2023</b></p>	<p align="center"><b>Présenté par : Bouteldja Chaima Lakhlef Amira</b></p>
<p align="center"><b>Inventaire de la faune nécrophage sur cadavre animal suspendu dans la région de Constantine, notamment les Diptères Calliphoridae</b></p>	
<p align="center"><b>Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et contrôle des populations d'insectes</b></p>	
<p><b>Résumé</b></p> <p>L'entomologie médico-légale est la science qui étudie l'ensemble des relations entre les insectes et la justice.</p> <p>Nous avons mené notre étude sur un cadavre de lapin suspendu dans un espace ouvert près du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes de l'université Mentouri de Constantine.</p> <p>Durant notre étude allant de 14/05/2023 jusqu'au 05/06/2023 nous avons capturées un total de 498 spécimens dont 07 espèces appartenant à l'ordre des diptères (221 spécimens) et 09 espèces appartenant à l'ordre des coléoptères (268 spécimens) et 01 espèces pour les hyménoptères (09 spécimens).</p> <p>La dégradation d'un cadavre et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et ils sont influencés par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques.</p> <p>Nous constatons que les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la colonisation d'un cadavre par la faune nécrophage, plus les conditions sont favorables plus la faune cadavérique est diversifiée et plus la décomposition du cadavre est rapide.</p> <p>Les Calliphoridae sont probablement le groupe le plus important des insectes nécrophages et sont les premiers à venir coloniser un cadavre.</p>	
<p><b>Mots-clefs :</b> Insectes nécrophages, Entomologie Forensique, Cadavre, Calliphoridae.</p>	
<p><b>Laboratoire de recherche :</b> laboratoire de Biosystematique et Ecologie des Arthropodes à l'université Mentouri de Constantine</p>	
<p><b>Président du jury :</b> KOUHIL Karima (Professeur- UFM Constantine). <b>Encadrant :</b> BENMIRA Selma El Batoul (MCB- Centre universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila). <b>Examineur :</b> GUERROUDJ Fatima Zohra (MCB- Université Farhat Abbes, Setif1).</p>	