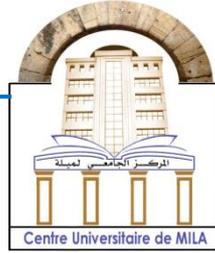


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref : .....

**Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila**

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Ecologie et de l'Environnement

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

Thème :

**Etude systématique des calliphoridae colonisant un  
cadavre animal dans la région de Mila.**

Présenté par :

- **KHELIFA BAGHDOUCHE HADIL**
- **LATAMNA IKRAM**

Devant le jury :

Encadreur	Dr. BENMIRA Selma El Batoul	MCB	CUM
Présidente	Dr. Kadeche Lilia	MCB	CUM
Examineur	Dr. Bouzegag Abdelaziz	MCA	CUM

Année Universitaire : 2023/2024

## Remerciements

"EL HAMDOULLILAH " le premier mot avec lequel nous commençons nos remerciements, car grâce à Dieu qui nous a aidés nous avons réussi à réaliser ce travail.

On souhaite avant tout remercier notre encadreur, Docteur BENMIRA Selma El Batoul, pour le temps qu'elle nous a consacré et pour les informations précieuses qu'elle nous a fourni pendant notre recherche.

Nous voudrions également remercier tous nos chers professeurs qui ont joué un rôle essentiel dans notre parcours universitaire jusqu'à présent "Graduation Day" et nous remercions également le Département de biologie.

Je tiens à remercier Docteur Bouzegag Abdelaziz et Docteur Kadeche Lilia qui nous a beaucoup aidé durant notre parcours universitaire et qui d'avoir accepté d'être parmi le jury de notre mémoire.

Nous voudrions également remercier tous nos chers professeurs qui ont joué un rôle essentiel dans notre parcours universitaire jusqu'à présent "Graduation Day" et nous remercions également le Département de l'écologie.

## **Dédicaces**

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU*

*De m'avoir donné la force et le courage pour compléter ce modeste travail.*

*Je dédie ce mémoire à mes parents qui ont été toujours à mes côtés (Ma chère mère et Mon cher père) et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études.*

*A toute ma famille (mes frères), toutes mes amies, Et tous les gens que je connais en particulier tous ceux qui m'aiment.*

*La personne qui m'a accompagné dans chaque étape de ce travail Mon chère Binôme :*

***KHELIFA BAGHDOUCHE HADIL.***

## Dédicaces

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU*

*De m'avoir donné la force et le courage compléter ce modeste travail.*

*Je dédie ce mémoire a mes parents qui ont été toujours à mes côtés (Ma chère mère et Mon cher père) et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études.*

*\*Ma chère mère ; La femme qui représente le centre de ma vie, que je considère également comme sœur et meilleure amie. La femme qui n'a jamais cessé de prier pour moi et me soutenir pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*\*Mon cher père; qui me doit la vie ; ma réussite; et tout mon respect. L'homme qui a souffert pour que je réussisse dans ma vie ; et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse.*

*En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études.*

*À toute ma famille (mes frères), et toutes mes amies Et tous les gens que je connais en particulier tous ceux qui m'aiment.*

*La personne qui m'a accompagné dans chaque étape de ce travail Mon chère Binôme :*

**LATAMNA IKRAM.**

# Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 1

## CHAPITRE 1 : Données bibliographiques

1.1. Entomologie Médico-légale .....	5
1.1.1. Définition .....	5
1.1.2. Historique.....	5
1.1.3. L'intervalle post-mortem (IPM) .....	6
1.2. La décomposition cadavérique .....	8
1.2.1. Le cadavre en tant que milieu écologique.....	8
1.2.2. Les stades de décomposition cadavérique .....	9
1.2.2.1. Le stade frais .....	10
1.2.2.2. Stade de gonflement .....	10
1.2.2.3. Stade de décomposition active (avancée).....	11
1.2.2.4. Stade de dessèchement (squelettisation) .....	12
1.3. La faune cadavérique.....	12
1.3.1. Les espèces nécrophages.....	12
1.3.2. Les espèces nécrophiles .....	12
1.3.3. Les espèces omnivores.....	13
1.3.4. Les espèces opportunistes .....	13
1.3.5. Les espèces accidentelles .....	13
1.4. Les insectes nécrophages.....	13
1.4.1. Ordre Des Diptères .....	14

1.4.1.1. Généralités sur les diptères.....	14
1.4.1.2. Principales familles nécrophages .....	15
1.4.2. Ordre des coléoptères.....	18
1.4.2.1. Généralités sur les Coléoptères .....	18
1.4.2.2. Principales familles nécrophages .....	18
1.4.3. Ordre des hyménoptères .....	21
1.4.4. Ordre des Lépidoptères .....	22

## **CHAPITRE 2 : Matériel et méthodes**

2.1. La zone d'études .....	24
2.2. Le substrat animal utilisé.....	24
2.3. Mise en cage du cadavre.....	24
2.4. Période d'investigation et matériel utilisé .....	25
2.5. Paramètres Physiques Etudiés .....	26
2.6. Méthodes d'Echantillonnage .....	26
2.7. Identification des spécimens.....	27
2.8. Exploitation et analyses des résultats .....	28
2.8.1. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition .....	28
2.8.1.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm).....	28
2.8.1.2. L'abondance relative F (%) :.....	29
2.8.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure .....	29
2.8.2.1. Indice de diversité de Shannon-Waever et équitabilité.....	29

## **CHAPITRE 3 : Résultats**

3.1. Arrivée des insectes selon l'état du cadavre .....	32
3.2. Relevés climatiques .....	35
3.3. Inventaire systématique de la faune nécrophage adulte récoltée :.....	36
3.4. Abondances relatives des familles récoltées .....	38

3.5. Dénombrement des espèces durant la période de l'échantillonnage .....	39
3.6. Indices écologiques de composition .....	40
3.6.1. La richesse totale (S).....	40
3.7. Indices écologiques de structure .....	41
3.7.1. Indice de Shannon-Weaver ( H') et Equitabilité (E) .....	41
3.8. Etude systématique des calliphoridae récoltées.....	42
3.9. Les figure des insectes récoltés .....	44
Discussion .....	47
Conclusion.....	51
Références bibliographiques .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Résumés	

## Liste des figures

<b>Fig. 1</b> : Calliphoridae (jeanine ; 2020).....	15
<b>Fig. 2</b> : Sarcophagidae (jeanine ; 2015) .....	16
<b>Fig. 3</b> : Fanniidae (Benmira ; 2018).....	16
<b>Fig. 4</b> : Muscidae (jeanine;2021) .....	17
<b>Fig. 5</b> : Phoridae ( Benmira ;2010) .....	17
<b>Fig. 6</b> : Piophilidae (Benmira ; 2010) .....	18
<b>Fig. 7</b> : Silphidae (jeanine ;2020).....	19
<b>Fig. 8</b> : Dermestidae (jeanine;2021) .....	19
<b>Fig. 9</b> : Staphylinidae (Benmira ; 2018) .....	20
<b>Fig. 10</b> : Histéridae (jeanine;2020) .....	20
<b>Fig. 11</b> : Cleridae (Aouachria, Ferak.2021) .....	21
<b>Fig. 12</b> : Nitidulidae (Aouachria, Ferak.2021).....	21
<b>Fig. 13</b> : Hyménoptères (jeanine ;2015) .....	22
<b>Fig. 14</b> : Lépidoptères (jeanine;2017).....	22
<b>Fig. 15</b> : Site de Laboratoire de biochimie et écologie .....	24
<b>Fig. 16</b> : Cadavre de lapin (Photo Originale).....	24
<b>Fig. 17</b> : La cage utilisée pour le dépôt des cadavres (photo originale) .....	25
<b>Fig. 18</b> : Tubes en plastique, masques et gants (Photo originale).....	26
<b>Fig. 19</b> : Echantillonnage sur cadavre (Photo originale) .....	26
<b>Fig. 20</b> : Congélateur (Photo Originale) .....	27
<b>Fig. 21</b> : Epingles entomologique (Photo Originale).....	27
<b>Fig. 22</b> : Loupe Binoculaire type Optika 10X (Photo Originale) .....	28
<b>Fig. 23</b> : Cadavre en bon état (Photo Originale) .....	32
<b>Fig. 24</b> : Cadavre en état de gonflement (Photo Originale).....	32
<b>Fig. 25</b> : Diptères sur le cadavre (Photo Originale) .....	33
<b>Fig. 26</b> : Cadavre en état de décomposition avancée (Photo Originale).....	33
<b>Fig. 27</b> : Masse larvaire sur le cadavre (Photo Originale) .....	34
<b>Fig. 28</b> : Os et fourrure uniquement (Photo Originale).....	34
<b>Fig. 29</b> : Absence de larves et d'insectes adultes (Photo Originale).....	34
<b>Fig. 30</b> : Décomposition totale du lapin (Photo Originale).....	35
<b>Fig. 31</b> : Abondances relatives des familles récoltées .....	38
<b>Fig. 32</b> : Variation des richesses totales (S) durant la période d'étude.....	40

<b>Fig. 33</b> : Variation de la diversité au cours du temps par rapport à la température .....	42
<b>Fig. 34</b> : Variation de la diversité au cours du temps par rapport à l'Hygrométrie .....	42
<b>Fig. 35</b> : <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) (photo originale).....	43

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Caractéristiques physiques du site de prélèvement et état du substrat.....	35
<b>Tableau 2</b> :liste des diptères et des Coléoptères nécrophages.....	37
<b>Tableau 3</b> :les fréquences centésimales des insectes récoltés. ....	38
<b>Tableau 4</b> :Dénombrement des espèces échantillonnées durant la période d'investigation ...	39
<b>Tableau 5</b> :la Variation de H' selon la température et l'humidité.....	41
<b>Tableau 6</b> :Les figures des insectes récoltés (photos originales ; 2024). ....	44

# **Introduction**

## **Introduction**

L'entomologie est la science qui étudie les insectes, elle est considérée comme la branche la plus vaste de la zoologie, elle regroupe plusieurs domaines tels que l'agriculture, la foresterie et la médecine. Plus de 80% des espèces animales sont des insectes. L'entomologie forensique est une discipline des sciences forensiques qui étudie les insectes et d'autres arthropodes dans un contexte médico-légal (Christine et al., 2011).

L'entomologie forensique utilise les insectes et d'autres arthropodes lors de la découverte d'un cadavre essentiellement pour déterminer le moment du décès par l'estimation de l'intervalle post-mortem en se basant sur la détermination de la période de ponte des premières mouches nécrophages retrouvées sur le corps.

Après la mort de chaque organisme, le corps commence à se décomposer. Il est rapidement visité et colonisé par de nombreux organismes tels que des bactéries, des champignons, des arthropodes dont les insectes ainsi que des vertébrés (Carter et al., 2007).

Il existe quatre catégories d'espèces d'insectes que l'on peut trouver sur une carcasse en décomposition : d'abord, les espèces nécrophages qui utilisent la carcasse pour se nourrir ou pondre, suivies par les prédateurs qui sont des insectes se nourrissant d'autres insectes ou arthropodes, les omnivores comme les fourmis, les coléoptères et les guêpes, qui se nourrissent de la carcasse et de ses colonisateurs et enfin d'autres espèces comme les araignées, les collembolles, qui utilisent la carcasse pour construire leur environnement (Smith, 1986 ; Goff, 1993 ; Amendt et Zehner, 2004).

Aussi, l'étude des caractéristiques du cadavre et de son état de décomposition (rigidité cadavérique, présence de lividité ou température du corps) n'est efficace que durant une courte période. Passé ce délai, l'estimation de l'intervalle post-mortem (IPM) devient délicate et imprécise (Charabidze, 2008). La seule méthode fiable permettant de dater le décès est alors l'entomologie médico-légale, car les insectes nécrophages sont de meilleurs bio-indicateurs pour dater la mort (Anderson, 2005).

La faune nécrophage se divise principalement en quatre ordres, les Diptères sont les premiers à coloniser les cadavres alors qu'aucune odeur n'est encore perceptible par l'odorat humain (Charabidze, 2012), nous avons également les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères qui interviennent plus tardivement lors du rancissement des graisses (Charabidze, 2012).

Les insectes peuvent jouer un rôle important et même décisif dans les constats de manipulation du corps (Catts et Goff, 1992 ; Christine *et al.*, 2011). Lorsque le cadavre est découvert peu de temps après le décès, seuls les insectes les plus précoces (espèces pionnières) viennent coloniser le cadavre. La vitesse de croissance des larves est principalement contrôlée par la température (Faucherre *et al.*, 1999). Le cadavre est rapidement colonisé par divers insectes nécrophages qui se succèdent selon l'état de décomposition de celui-ci (koffi *et al.*, 2017a). Chaque groupe d'insectes nécrophages apparaissant sur le cadavre en décomposition contribue à la perte de son poids initial (koffi *et al.*, 2017b).

L'entomologiste peut apporter une aide précieuse dans les cas où les signes thanatologiques (medico-légaux) ne sont plus présents sur le cadavre, généralement 72 heures après la mort, ou bien dans le cas d'un cadavre putréfié ou en état de squelettisation (Campobasso et Introna, 2001).

Au cours des dernières décennies, il y a eu un intérêt croissant pour la recherche sur la biologie et l'écologie des insectes qui ont un intérêt médico-légal (Tomberlin *et al.*, 2011). La plupart des études dans ce domaine ont été effectuées sur des modèles animaux de toutes sortes, comme les cochons d'Inde (Borzemissza, 1957 in Amendt *et al.*, 2010), les poulets (Hall et Doisy, 1993), le lapin (Bourel *et al.*, 1999), bien qu'ils ont utilisé dans quelques études des cadavres humains (Rodriguez et Bass, 1985). Pourtant, l'idée d'utiliser les insectes en criminalistique n'est pas neuve, déjà en 1894 Mégnin nous parlait de la "faune des cadavres" (Christine *et al.*, 2011).

Notre expertise durant de 15 jours (du 23 Avril au 07 mai 2024) est consistée à étudier les différentes étapes de dégradation cadavérique, collecter et identifier les espèces nécrophages adultes qui visitent le corps en décomposition et surtout la famille des Calliphoridae étant la plus importante en entomologie forensique ; aussi l'effet des conditions écologiques et biologique sur le processus. Et la, plusieurs questions se posent :

- Quels sont les différentes étapes de la décomposition d'un cadavre ?
- Quels sont les insectes qui colonisent un cadavre animal ?
- Est-ce que les facteurs climatiques (température, humidité et la zone géographique) influencent la décomposition cadavérique ?

Afin de répondre aux problématiques posées, nous avons structuré notre travail 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 zone d'étude, le choix du matériel utilisés, ainsi que les méthodes d'échantillonnage des insectes récoltés, et les méthodes statistiques utilisées.

Dans le troisième chapitre, on a rassemblé les résultats de nos prospections sur le terrain et au sein du laboratoire, avec détermination de toutes les valeurs obtenues par des chiffres.

Dans le quatrième chapitre, les résultats obtenus ont été discutés et comparés à ceux des études précédentes obtenues par autres chercheurs.

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.

**CHAPITRE 1 :**  
**Données bibliographiques**

## 1.1. 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 est la science qui étudie les insectes (David et al., 2014). L'entomologie médico-légale est une branche de la médecine légale dont l'objectif principal est de fournir des preuves objectives pour faciliter la découverte de la vérité et l'obtention de la justice. Le début de l'utilisation de l'entomologie à des fins médico-légales remonte au XIII<sup>e</sup> siècle en Chine, où un meurtre a eu lieu. Un homme de loi a été invité à enquêter sur un meurtre au couteau. Il a été demandé aux suspects de présenter leurs machettes (l'arme utilisée lors du meurtre) car de minuscules traces de sang auraient attirés des diptères de la même famille retrouvées sur le corps de la victime. Le suspect est vite arrêté et avoue son homicide (Benecke *et al*, 2001 ; Bouteldja et Lakhlef, 2023)

En Europe, jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, on croyait que la présence des larves ou bien asticots sur cadavres était due à la génération spontanée. Cette idée reçue n'a été corrigée qu'en 1668 par Francisco Redi qui démontra que les larves provenaient d'œufs déposés par des mouches (Wyss et Cherix, 2006 ; Bouteldja et Lakhlef, 2023)

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)

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 Rekka 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)

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).

L'entomologie forensique en Algérie a été connue en 2010 et utilisée pour la première fois dans les investigations juridiques seulement dans le laboratoire de l'institut national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie nationale (Fekiri, 2014). Aussi bien que les recherches scientifiques académiques au niveau du laboratoire de Biodiversité et Ecologie des Arthropodes à Chaabrsas– université Constantine1.

### 1.1.3. L'intervalle post-mortem (IPM)

- **Définition d'un IPM**

L'IPM est d'une grande importance dans les enquêtes criminelles (Guinard, 2007). Il représente une estimation de l'heure probable du décès et est calculé en fonction de nombreux facteurs. Il représente le temps écoulé entre la date du décès et la date de découverte du cadavre (Benecke, 2004 In Fredericke *et al.*, 2012). L'entomologie médico-légale fournit plusieurs outils pour aider à déterminer cet intervalle quand cela est nécessaire. (Tomberlin *et al.*, 2011) (Belkhiri, 2018)

L'objectif est de dater les premières pontes en calculant l'âge des insectes prélevés. Le travail de l'expert consiste donc à identifier les insectes, à estimer leur âge, à corréliser ces données avec les préférences écologiques des espèces concernées et ainsi à déterminer le moment des premières pontes sur le corps (Charabidze *et al.*, 2008)

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).

- **Méthodes de calcul :** Il existe deux méthodes connues pour calculer cette valeur-là, en va les détailler ci-dessous

### **Méthodes d'Accumulation du Degré :**

D'abord On doit recueillir les informations nécessaires sur la scène du crime (prélèvement de température pendant quatre ou cinq jours ou bien chaque heure après la découverte du cadavre, puis identifier les spécimens qui visitent le cadavre et déterminer le temps de développement de stade larvaire jusqu'à l'obtention d'un insecte adulte, cela nous donne ce qu'on appelle IPM minimum.(Gennard, 2012 ;Frederickx, 2011 ;Belkhiri, 2018 ; Raham et Benabdlekader, 2022)

### **Méthode des Escouades**

Inventée par le vétérinaire Mégnin en 1894, à partir de la classification des insectes visitant les cadavres – appelés ouvriers de la mort – on distingue une succession de sept ou huit groupes disposés depuis le premier stade de décomposition du cadavre jusqu'à sa disparition (Peltier, 2021). L'ordre d'apparition de ces charognards correspond aux odeurs et substances dégagées par le cadavre (Charabidze ,2012).

**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 (Benmira, 2018).

**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 (Benmira, 2018).

**Troisième escouade :** caractérisée par l'arrivée des Dermestidae qui seront attirés par l'odeur des acides gras dégagée par le cadavre (Wyss et Cherix, 2006).

**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 (Raham et Benabdlekader, 2022).

**Cinquième escouade :** Au moment de la fermentation ammoniacale, cette escouade comprend des Coléoptères (Silphidae, Histeridae) et d'autres Diptères (Muscidae, Phoridae) (Benmira, 2018).

**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 (Wyss et Cherix, 2006).

**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

### 1.2.1. Le cadavre en tant que milieu écologique

Lorsqu'une espèce animale meurt, des nombreux organismes la visitent et la colonisent rapidement (Belkhiri, 2018 ; Ireland et Turner, 2006). Ce sont plus précisément les odeurs émises par le cadavre (et/ou ses hôtes) au cours de sa décomposition qui sont responsables de cette colonisation entomologique post mortem (Anderson, 2001 ; Boulkenaf et, 2016). Les insectes ont des antennes munies de puissants chimiorécepteurs capables de capter les odeurs et surtout de repérer la source de nourriture sur le cadavre (Gaudry *et al.*, 2007 ; Hall et Huntington, 2009 ; Frederix *et al.*, 2013 ; Moretti *etal.*, 2013 ; Wyss et Chérix, 2013 in Matouk et Chetouane, 2022).

La plupart des organismes sont des arthropodes avec une nette prépondérance d'insectes, le cadavre constitue pour ces différentes espèces un substrat nourricier, un site de pontes, un refuge ou encore un territoire idéal de chasse (Ireland et Turner, 2006). Cependant, le cadavre est une ressource instable et éphémère. Ce biotope, à haute valeur énergétique, apparaît de façon imprédictible, d'où la nécessité pour les espèces nécrophages qui se nourrissent des cadavres, de le détecter et de s'y rendre rapidement (Charabidze, 2008 ; Boukhari et Bouraiou, 2017).

En effet, les bactéries, les champignons, les insectes, les animaux incluant les oiseaux (carnassiers et/ou charognards), peuvent se côtoyer autour d'un cadavre, les plus spécialisés

sont les insectes nécrophages, ils participent à la minéralisation des matières organiques (Leclercq et Verstraeten, 1992 ; Hamel, 2011).

Selon la spécialisation alimentaire de l'espèce, de sa biologie et du stade de décomposition d'un cadavre, les arthropodes se nourrissent du cadavre mais peuvent également se reproduire aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de celui-ci (Kocarek, 2003 ; Aouachria, et Ferak, 2021). En 1894 Megnin donna à cette microfaune nécrophage le nom de travailleurs de la mort (Matouk et Chetouane, 2022).

En outre, la succession écologique commence presque immédiatement, en particulier dans les milieux naturels, et par conséquent les conditions physiques et biologiques du cadavre sont modifiées uniquement en fonction des conditions ambiantes, des invertébrés saisonniers spécifiques, des vertébrés et de la faune microbiennes qui colonisent, consomment voire utilisent le cadavre (Kreitlow, 2010 ; Belkhiri, 2018). Le résultat final est un cadavre modifié qui présente des caractéristiques post-mortem qui peuvent être quantifiés en une série de changements, mais qui ne correspond pas à une seule unité de temps (Belkhiri, 2018).

### **1.2.2. Les stades de décomposition cadavérique**

Les étapes de la décomposition d'un corps ont été un sujet d'intérêt pour les scientifiques sur une longue période de temps. Il y a trois processus reconnaissables dans la décomposition qui sont l'autolyse, la putréfaction et la décomposition osseuse squelettique (digenèse) (Belkhiri, 2018 ; Vass et al, 2004).

La décomposition d'un cadavre est le résultat des actions combinées de l'autolyse et de la putréfaction (Marchenko, 2001 ; Anderson, 2001; Messaoudi et kasmi, 2017), l'a décrit comme étant une série de processus dynamiques qui vont entraîner des changements chimiques et physiques. Ce processus abouti à un ensemble de modifications morphologiques post-mortem appelé thanatomorphose (Campobasso et al., 2001 ; Messaoudi et kasmi, 2017). Grâce à l'étude de ces modifications, il est possible de déterminer le moment de la mort avec plus ou moins d'exactitude (Anderson, 2001 ; Messaoudi et kasmi, 2017).

Parmi les facteurs externes, le facteur le plus important est la zone biogéoclimatique incluant l'habitat, la végétation, le type de sol et les conditions météorologiques (température, vent, humidité atmosphérique) du lieu où se situe la dépouille (Anderson, 2001 ; Campobasso et al., 2001 ; Dekeirsschieter, 2012). Les entomologistes forensiques divisent le processus de décomposition en plusieurs stades. On distingue quatre stades : le stade initial, le stade de

gonflement, le stade de décomposition active, et le stade de squelettisation (Anderson, 2001 ; Messaoudi et ksmi, 2017).

Dans l'autolyse, les cellules du corps sont digérées par des enzymes comme des lipases, des protéases. Ce processus est plus rapide dans le cerveau et le foie. D'après Vass en 2004, les tissus liquéfiés d'un cadavre libèrent un ensemble de nutriments qui constituent la source d'alimentation. La putréfaction et la décomposition des tissus par des bactéries qui engendre des gaz tels que le sulfure d'hydrogène, le dioxyde de soufre, le dioxyde de carbone, le méthane et l'ammoniac. En parallèle, la fermentation anaérobie a lieu. Le corps subit une dégradation active dans laquelle les sources de protéines sont libérées (Matouk et Chetouane, 2022).

#### **1.2.2.1. Le stade frais**

Ce stade prend place dès la mort de l'individu jusqu'à un maximum d'une semaine après le décès (Galloway, 1997 in Belkhiri, 2018), 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., 2007; Bouteldja et Lakhlef, 2023). Un refroidissement du corps intervient (Charabidze, 2008 ; Bouteldja et Lakhlef, 2023). Ce manque d'oxygène inhibe les réactions aérobies et entraîne l'augmentation du pH intracellulaire qui provoque l'autolyse des cellules. (Messaoudi et ksmi, 2017).

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 ; Bouteldja et Lakhlef, 2023), Un des premiers changements n'est autre que l'apparition de livormortis, aussi appelé lividités cadavériques. C'est un processus physique qui se produit lors de l'arrêt de la circulation sanguine. Durant ce stade, des Diptères adultes de la famille des Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae et Sphaeroceridae sont le plus souvent rencontrés (Messaoudi et ksmi, 2017).

#### **1.2.2.2. Stade de gonflement**

Cette étape de décomposition permet l'activité des micro-organismes, tels que des champignons et des 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 (Gill-King et Sorg, 1997 in Bouteldja et Lakhlef, 2023).

En effet, la diminution en oxygène amorcée à la mort de l'individu s'intensifie et le corps devient un environnement idéal pour les micro-organismes anaérobies. (Carter et al., 2007 ; Boulkenafet, 2016), ces derniers transforment les sucres, lipides et protéines en acides organiques et en gaz ce qui provoque un gonflement du corps. La ventilation de l'organisme continue à cause de l'activité bactérienne et c'est peut-être la phase la plus facile à distinguer. (Boulkenafet, 2016 ; Guerfi, 2020), la production progressive de gaz, entraîne une augmentation de la pression qui provoque la sortie des fluides présents dans le cadavre. À partir de la fin de cette phase, le phénomène d'autolyse est déjà bien avancé (Carter et al., 2007 ; Messaoudi et Kasmi, 2017).

### 1.2.2.3. Stade de décomposition active (avancée)

Le passage du stade de cadavre « gonflé » au stade de décomposition active peut être désigné par la rupture de la peau suite à l'action du gonflement du corps, mais aussi suite à l'activité des larves d'insectes, principalement des Calliphoridae. Il est à noter qu'au début de ce stade, la peau et la chair sont toujours présentes (Anderson, 1996 ; Messaoudi et Kasmi, 2017).

Les gaz finissent par s'échapper par les voies naturelles mais ils peuvent provoquer la rupture de l'abdomen. Et c'est le début de la putréfaction active. L'action combinée de la putréfaction du cadavre et de l'entomofaune conduit à une rapide diminution de la masse du cadavre (Carter et al., 2006 in Lazazga, 2019 ; Guerfi, 2020). Cette phase se caractérise par la dégradation des muscles et la production d'acides gras volatils comme l'indole, le scatole, la putrescine et la cadavérine (Vass, 2001; Dekeirsschieter *et al.*, 2008 in Lazazga, 2019 ; Guerfi, 2020), Une forte odeur de décomposition est présente. (Matuszewski *et al.*, 2008 in Lazazga, 2019 ; Guerfi, 2020).

À la fin de ce stade (décomposition avancée), tout ce qui reste de l'organisme est la peau, le cartilage et les os avec certains vestiges de chair dont les intestins. Tout reste de tissu corporel peut être séché. Le plus grand indicateur de cette étape est une augmentation de la présence de Coléoptères et une réduction de la dominance des mouches (Diptères) sur le corps (Gennard, 2007 ; Boulkenafet, 2016).

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 (Matuszewski *et al.*, 2008 in Lazazga, 2019 ; Guerfi, 2020). Cette phase se caractérise par une grande diminution de la

chair et une forte activité microbienne au niveau du sol. (Anderson, 1996 in Bensaada, 2015;Guerfi, 2020).

#### **1.2.2.4. Stade de dessèchement (squelettisation)**

À ce stade, la décomposition des tissus mous est terminée. Désormais, il ne reste plus que les os (Gunn, 2006 ; Belkhiri, 2018) 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 (Charabidze, 2008 ; Bouteldja et Lakhlef.2023). Le corps va dégager des odeurs spécifiques, perceptibles ou non par l'homme, mais extrêmement attractives pour les voraces insectes nécrophages. (Karine, 2012 ; Bouteldja et Lakhlef.2023).

Cependant, il est important de signaler qu'il n'y a pas de distinction précise entre les différents stades de décomposition d'un corps, c'est une séquence de phénomènes qui se superposent et ne peuvent pas être clairement identifiables les uns des autres (Campobasso *et al.*, 2001 ; Goff, 2009 ; Benmira, 2018). Mais les chercheurs scientifiques, lors de leurs investigations, peuvent les distinguer d'une manière approximative (Benmira, 2018).

### **1.3. La faune cadavérique**

#### **1.3.1. Les espèces nécrophages**

Les insectes charognards possèdent de puissants récepteurs chimiques situés sur leurs antennes et un odorat extrêmement puissant qui leur permet de détecter l'odeur d'un cadavre frais quelques minutes après la mort (Leclercq, 1978; Campobasso et al., 2001; Wyss et Cherix, 2006 ; Bouteldja et Lakhlef, 2023). Ces espèces occupent la cadavre et s'en nourrissent directement pour obtenir une bonne nutrition pour la maturation des œufs et des larves( Dekeisschietter *et al.*, 2012) notamment des fluides présents dans le corps du cadavre On peut citer parmi cette catégorie, les Diptères appartenant aux familles des Calliphoridae et des Sarcophagidae, mais également des Coléoptères des familles des Silphidae et des Dermestidae (Dekeirsschietter *et al.*, 2012 ; Benmira, 2018) .

#### **1.3.2. Les espèces nécrophiles**

Espèces prédatrices ou parasites des larves et des pupes des insectes nécrophages (Leclercq, 1978; Leclercq et Verstraeten, 1992; Wyss et Cherix, 2006). Les coléoptères appartient aux familles des : Silphidae, Histeridae, et Staphylinidae. Les Diptères appartiennent aux familles de Calliphoridae et Stratiomyidae. On trouve aussi les Hyménoptères qui se nourrissent des autres insectes ou arthropodes présents sur le cadavre,

principalement des oeufs et des larves (Campobasso et al., 2001 ; Wyss et Chirix, 2006). Les larves peuvent devenir des diptères prédateurs à un certain stade de l'évolution. C'est par exemple des larves du troisième stade appartenant au genre *Muscina* (Diptera, Muscidae) (Godry, 2002) et de certaines *Chrysomya* (Diptère, Calliphoridae) (Leclercq, 1978).

### 1.3.3. Les espèces omnivores

Sont des insectes qui utilisent le cadavre comme source de nourriture et se nourrissent de tissus, etc. (Leclercq, 1996 ; Arnaldos *et al.*, 2005 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Benmira, 2018) et leur régime alimentaire est basé sur la prédation des insectes nécrophages et nécrophiles plus le cadavre lui-même. (Regis, 2000) Ce sont les types connus comme charognards et les amoureux des morts trouvés sur le corps. Les principales espèces carnivores appartiennent principalement à l'ordre des Hyménoptères, notamment les fourmis, les guêpes et quelques coléoptères. (Leclercq, 1996 ; Arnaldos *et al.*, 2005 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Benmira, 2018).

### 1.3.4. Les espèces opportunistes

Perçoivent la présence du cadavre comme une extension de leur habitat. Elles utilisent le cadavre comme une annexe, le considère comme un lieu d'abri, d'alimentation, de chauffage et d'hibernation (Leclercq et Vastræten, 1992). Ils peuvent être des prédateurs d'insectes charognards (Campobasso et al., 2001). Cette classe comprend les araignées, les mille-pattes, les lépidoptères ou les acariens qui utilisent la moisissure ou les champignons présents sur le cadavre comme source de nourriture (Campobasso et al., 2001 ; Weiss et Cherix, 2006).

### 1.3.5. Les espèces accidentelles

La présence de certaines espèces sur le cadavre est le fruit du hasard (Arnaldos *et al.*, 2005, Bouteldjaet Et Lakhlef, 2023), elles le visitent par hasard, c'est-à-dire qu'elles ne s'intéressent pas aux odeurs du cadavre et à la nourriture qu'il fournit. (Dekeirsschieter et Haubruge, 2009 in Boukhari et Bouraiou, 2017)

## 1.4. Les insectes nécrophages

Les insectes représentent environ 80% des espèces animales recensées, et sont présents dans l'ensemble des écosystèmes du globe (Charabidze, 2008), alors que moins d'un million d'espèces ont été décrites et nommées, les recherches indiquent que plus de 30 millions peuvent exister réellement. Ils se retrouvent dans presque tous les habitats terrestres et dans la plupart des habitats. Les insectes ont des ailes, une caractéristique qui les distingue de tous

les autres invertébrés. Cela leur permet de parcourir des distances considérables lorsqu'ils manquent de nourriture, et ils tentent de localiser un habitat convenable pour pondre leurs oeufs. C'est un facteur extrêmement important pour les espèces d'importance forensique, qui doivent rapidement localiser et utiliser des ressources temporaires comme charogne, y compris des cadavres humains (Castner, 2010 ;Belkhiri, 2018).

Les insectes sont généralement les premiers organismes à arriver sur le corps peu après la mort et le colonisent selon une séquence plus ou moins prédictible (Smith, 1986 ; Anderson, 2001 ;Belkhiri, 2018). Ces insectes sont attirés par les odeurs qui sont émises lors de la décomposition du corps. La majorité des insectes nécrophages se servent du corps comme lieux de reproduction, comme source de nourriture ou encore comme habitat. En effet, les larves des espèces nécrophages se nourrissent du corps et réalisent leur cycle de développement entièrement ou en partie sur le cadavre (Dekeirsschieter *et al.*, 2012; Rivers et Dahlem, 2014 ; Minchilli, 2020).

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 (Aouachria et Ferak, 2021). Les cadavres sont colonisés par différents insectes nécrophages appartenant principalement à quatre ordres : les Diptères, les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères. Les espèces de ces ordres sont ptérygotes (les adultes possèdent des ailes), et holométaboles (à métamorphose complète) (Charabidzé, 2008 ; Khanti et Debbah, 2020).

### **1.4.1. Ordre Des Diptères**

#### **1.4.1.1. Généralités sur les diptères**

Les diptères constituent un ordre d'insectes assez récent (d'un point de vue évolutif) qui a conquis une grande variété de biotopes et de niches écologiques. Non seulement les mouches jouent un rôle important dans l'élimination des excréments mais, elles sont aussi capables d'éliminer les cadavres d'animaux (Wyss et Cherix, 2006).

Cet ordre est principalement divisés en deux sous ordres : les Nématocères, et les Brachyceres (dont les Orthorrhaphes et les Cyclorrhaphes). Les Diptères nécrophages appartiennent aux Cyclorrhaphes (Chinery, 2005). De nombreuses espèces de Diptères peuvent être attirées par un cadavre. Elles appartiennent à plusieurs familles dont les plus

importantes sont : les Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae et Phoridae.

Les Diptères nécrophages appartiennent au sous ordre des Brachycères (antennes courtes avec moins de 6 segments) et au groupe de Cyclorhaphes. Parmi les Diptères seuls les mouches ont aujourd'hui un intérêt en entomologie criminelle, les autres espèces n'étant présentes que fortuitement (Dekeirsschieter, 2007 ; Khanti et Debbah, 2020)

#### 1.4.1.2. Principales familles nécrophages

##### Calliphoridae

C'est un très grand groupe de mouches de taille moyenne à grande (4 à 16 mm). De nombreuses espèces de cette famille possèdent des reflets bleus ou vert métallique (Fig. .1), La famille des Calliphoridae contient plus de 1 000 espèces et les membres de cette famille peuvent être trouvés dans le monde entier (Byrd et Castner, 2010). Leurs larves sont des asticots de couleur blanche ou crème (Wyss et Chérix, 2006). Dans chaque genre il y a une ou plusieurs espèces nécrophages dont les larves peuvent effectuer leur cycle complet sur des cadavres d'animaux ou humains (Wyss et Chérix, 2014 ; Khanti et Debbah, 2020).



Fig. 1. *Calliphoridae* (jeanine; 2020)

##### Sarcophagidae

On les appelle souvent mouches à viande ou mouches à damier (Fig.2). Elles possèdent un abdomen qui porte le plus souvent un motif en damier, parfois des bandes ou des taches grises ou noires sur le dos du thorax.

Les Sarcophagidae sont des mouches assez robustes et relativement grandes dont la taille des adultes varie de 3 à 22mm de longueur. La plupart des espèces sont grises, voir gris-noir, mais on trouve aussi des espèces gris-jaune ou entièrement noires. Parfois luisantes mais pas d'espèces avec des reflets métalliques bleu ou vert (Wyss et Chérix, 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).



**Fig. 2. Sarcophagidae (jeanine; 2015)**

### Les Fanniidae

Ce sont des mouches de taille petite à moyenne (3-9 mm), de couleur grise foncée à noire (Fig.3) et sont caractérisées par leur nervation alaire bien particulière. Elles se nourrissent de matière organique en décomposition (Wyss et Cherix, 2001). Elles ont été classées par erreur comme des muscides, elles sont considérées aujourd'hui comme une famille à part entière (Khanti et Debbah.2020). Les larves sont reconnaissables à leur corps aplatis, à tégument épais et hérissé de processus branchus. Quelques espèces seulement des Fanniidae sont nécrophages (Wyss et Cherix, 2001).



**Fig. 3. Fanniidae (Benmira; 2018)**

### Muscidae

Ce sont des mouches de taille petite à grande (entre 2 et 18mm), les adultes sont d'un gris foncé (Fig.4) et très rarement avec une coloration métallique. Selon les espèces (Wyss et Cherix, 2014). Ces mouches appartiennent à une grande famille qui a une distribution cosmopolite, avec plus 4000 espèces dans le monde, de nombreuses espèces sont omniprésentes et synantrophique (Byrd et Castner, 2010). Les larves de Muscides sont des asticots plus fins vers l'avant et arrondies en arrière avec des crochets buccaux fusionnés (Wyss et Cherix, 2014 ;Khanti et Debbah.2020).



**Fig. 4. Muscidae (jeanine;2021)**

### **Phoridae**

Ce sont de petites mouches (Fig.5) dont la taille est souvent de l'ordre de quelques millimètres (0.5 – 6 mm) (Disney, 1994 ; Aouachria, Ferak.2021), On reconnaît aujourd'hui plus de 3000 espèces à travers le monde (Wyss et Cherix, 2006). 6 espèces ont été trouvées sur des cadavres humains (Disney, 1994 ; Aouachria, Ferak.2021). Les Phoridés ont une course rapide et saccadée assez caractéristique. (Manlove et Dysney, 2008).



**Fig. 5. Phoridae( Benmira ;2010)**

### **Piophilidae**

Ce sont de petites mouches de couleur sombre (bleu métallique ou noir) (Fig.6), d'une taille qui varie entre 2 mm et 6 mm. (Wyss et Chérix, 2006). Les asticots de ces mouches peuvent être considérablement plus grands que les adultes et habituellement compris entre 5 et 10 mm de long bleu métallique ou noir (Hogue, 1993 ; Aouachria, Ferak.2021). Les adultes volent près du milieu ou se développent leurs larves. Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale (Wyss et Chérix, 2006). On les trouve dans une variété d'habitats qui peuvent inclure la charogne, les déchets humains, des

os, de la peau et de la fourrure. Elles sont courantes et généralement associées avec les sources alimentaires riches en protéines (Castner *et al.*, 1995 ;Khanti et Debbah, 2020).



**Fig. 6. Piophilidae (Benmira; 2010)**

## **1.4.2. Ordre des coléoptères**

### **1.4.2.1. Généralités sur les Coléoptères**

Ils sont caractérisés par la présence d'une paire d'ailes membraneuses protégées par une paire d'ailes durcies en élytres (Wyss et Cherix, 2006). Répartis en 166 familles, ce qui représente plus d'un tiers des espèces d'insectes connus. Leurs régimes alimentaires varient largement. En effet, ils peuvent être prédateurs, détritivores ou végétariens, avec peu d'espèces parasitaires. Sur la base d'études moléculaires et morphologiques, les Coléoptères sont souvent classés en quatre grands groupes à savoir les Archostémates, les Mycophages, les Adéphages et les polyphages (Capinera, 2008 in Gennard, 2007).

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). L'utilisation des Coléoptères, en tant que bio-indicateurs en entomologie forensique (Kulshrestha et Satpathy, 2001 in Dekeirsschieter, 2007). Les principales familles de Coléoptères ayant un intérêt forensique sont : les Dermestidae, les Silphidae, les Staphylinidae, les Cleridae, les Histeridae, les Nitidulidae et les Geotropidae (Wyss et Cherix, 2006).

### **1.4.2.2. Principales familles nécrophages**

#### **Silphidae**

La famille des Silphidae regroupe des individus de taille moyenne à grande (10 à 35 mm) avec des antennes en massue et un sens de l'olfaction très développé (Byrd et Castner, 2001). Les Silphidae sont de taille moyenne à grande (habituellement inférieure à 20mm)

avec une forme généralement aplatie (Fig.7) et de couleur foncée. Ils sont d'une grande importance dans la médecine légale. Ils se nourrissent de matières organiques en décomposition, comme les cadavres d'animaux et leur présence dans un corps en décomposition permet d'estimer l'intervalle post-mortem (IPM) ( Khanti et Debbah, 2020) .



**Fig. 7. Silphidae (jeanine ;2020)**

### **Dermestidae**

Ce sont des Coléoptères de taille moyenne (3,5-10 mm) dont le corps est couvert de poils courts ou d'écailles (Fig.8). Les larves de cette famille se développent dans les débris organiques.

Les insectes adultes du genre Dermestes n'ont pas d'ocelles sur la tête. Ils interviennent très tardivement dans le processus de décomposition (Charabidze, 2008 ; Benmira,2018)



**Fig. 8. Dermestidae (jeanine;2021)**

### **Staphylinidae**

Ils ont un corps étroit et allongé (Fig.9). Chez la majorité des espèces, les élytres sont courts ne recouvrent pas la totalité de l'abdomen. Ils recouvrent néanmoins de larges ailes postérieures qui rendent les staphylinins aptes au vol (Hackson, 2013 ).



**Fig. 9. Staphylinidae (Benmira; 2018)**

### Histeridae

Ils sont de forme ovoïde, de couleur noire souvent brillante (Fig.10), on les retrouve sur le cadavre (Wyss et Cherix, 2006). Ils ont un exosquelette qui a une texture dure et est souvent coriace ou sculptée déformée quelque peu ovale. Les larves et les adultes se trouvent sur la carcasse, car ils se nourrissent des insectes attirés par la matière organique en décomposition.



**Fig. 10. Histériidae (jeanine;2020)**

### Cleridae

Les espèces appartenant à cette famille sont plutôt velues, aux couleurs vives (Fig.11). Elles mesurent entre 3 et 6 mm de longueur. De formes plutôt arrondies, elles possèdent sur le pronotum et les élytres des reflets métalliques verts et bleus (Wyss et Cherix, 2006).



**Fig. 11. Cleridae (Aouachria, Ferak.2021)**

### **Nitidulidae**

C'est une famille de coléoptères de petite taille, moins de 5 mm pour la grande majorité d'entre eux. Ils ont le corps plus ou moins ovale et des antennes en massue (Fig.12). Leur coloration est mate, quelque fois ornementée de taches colorées. Souvent leurs élytres ne couvrent pas la totalité de l'abdomen. Ce sont des décomposeurs de matières animale ou végétale, qui apprécient les produits fermentés (beer-beetle) ou les réserves alimentaires (Hackson, 2009 ;Aouachria, Ferak.2021).



**Fig. 12. Nitidulidae (Aouachria, Ferak.2021)**

### **1.4.3. 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. En France, ils sont principalement représentés par des guêpes prédatrices Apocrites du genre *Vespoidea*. On trouve également des guêpes parasitoïdes de la famille des *Pteromalidae*, notamment l'espèce *Nasoniavitripennis* (Walker, 1836 in Charabidze, 2008) (Fig.13), qui pondent leurs oeufs dans les pupes de diptères *Calliphoridae*. Certaines espèces de fourmis

(Formicidae) sont également nécrophages et peuvent laisser des lésions caractéristiques sur les cadavres (Charabidze, 2008).



**Fig. 13. Hyménoptères (jeanine ;2015)**

#### **1.4.4. Ordre des Lépidoptères**

Ce sont des insectes holométaboles. Peu d'espèces de Lépidoptères sont associés aux cadavres, les plus fréquentes appartiennent à la famille des Tinéidés (Fig.14), ils interviennent tardivement, lorsque les tissus sont desséchés (Charabidze, 2008).



**Fig. 14. Lépidoptères (jeanine;2017)**

# **CHAPITRE 2 :**

## **Matériel et méthodes**

### **2.1. La zone d'études**

Nous avons mené notre expérience dans le Centre Universitaire ABDELHAFIDBOUSSOUF-Mila sur un espace ouvert situé à proximité du laboratoire de Biochimie et Ecologie (fig.15). La wilaya de Mila est située au nord-est de l'Algérie (36°26'53"N;6°15'44"E), dans la partie est de l'Atlas tellien. Elle culmine à 470 m d'altitude et est distante de 1095 km de la mer Méditerranée. Elle occupe une superficie de l'ordre de 129.89 Km<sup>2</sup>.



**Fig. 15 .Site de Laboratoire de biochimie et écologie (Photo Originale)**

### **2.2. Le substrat animal utilisé**

Pour notre étude nous avons utilisé comme substrat un cadavre de lapin (Fig.16) dont le poids était d'environ 1,5kg. La mise en place du cadavre a été effectuée le 23/04/2024.



**Fig. 16 .Cadavre de lapin (Photo Originale)**

### **2.3. Mise en cage du cadavre**

Nous avons placé notre cadavre dans une cage montée d'un cadre métallique et recouverte de grillage en fer de 50cm et de 30cm de cotés afin de le protéger des prédateurs

éventuels (fig.17). La cage a été placée dans un espace ouvert situé au centre universitaire Abdelhafid BOUSSOUF –Mila-.



**Fig. 17. La cage utilisée pour le dépôt des cadavres (photo originale)**

#### **2.4. Période d’investigation et matériel utilisé**

Notre expérience a été effectuée au printemps précisément les derniers jours du mois d’avril (du 23 avril jusqu’au 8 Mai 2024) tout au long de la décomposition du cadavre de lapin à l’exception des week-ends. Les récoltes de notre faune nécrophage adulte ont été effectuées quotidiennement (la première à 11:00H et la deuxième à 13:00H).

Dès le premier jour du dépôt, nous avons commencé à récolter les spécimens qui viennent se poser sur le cadavre et aux alentours. Nous avons également suivi la décomposition cadavérique tout au long de la période de nos prospections.

Nous avons 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 à l’intérieur de la cage.

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

- Cage métallique
- Des gants et des bavettes pour notre protection.
- Pincemétalliques.
- Tubes en plastique pour la capture des insectes.
- 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).

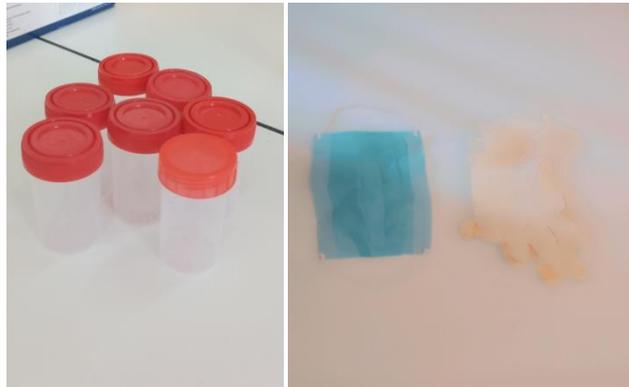
## 2.5. Paramètres Physiques Etudiés

La station météorologique de la wilaya de Mila nous a permis la prise quotidienne de la température et de l'hygrométrie. Nous avons utilisé le site météo de la wilaya de Mila (The weatherchannel). Cela a pour but d'étudier l'impact de ces paramètres (température et humidité) sur la décomposition cadavérique et l'arrivée des insectes nécrophages.

## 2.6. Méthodes d'Echantillonnage

Le but est de prélever des échantillons représentatifs d'insectes adultes venant visiter le cadavre. Pour cela, nous avons opté pour une méthode de chasse directe en utilisant des tubes en plastiques (fig.18).

Pour se protéger lors du prélèvement, le collecteur doit être muni d'un masque, des gants et d'un tablier pour éviter tout contact avec le milieu.



**Fig. 18. Tubes en plastique, masques et gants (Photo originale)**

- **La méthode directe**

Cette méthode consiste à utiliser des tubes en plastique pour récolter les insectes adultes qui visitent les différentes parties du corps de l'animale (fig.19). C'est au niveau des orifices naturels qu'on trouve les adultes moins agités ce qui facilite leur capture.



**Fig. 19. Echantillonnage sur cadavre (Photo originale)**

Après l'échantillonnage, on met les spécimens dans un congélateur pendant 10 à 30 minutes pour les tuer. Ensuite, ils seront piqués avec des épingles entomologiques (fig.21) pour être mis dans une boîte de collection.

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.

### **2.7. Identification des spécimens**

L'identification indispensable à la connaissance des insectes utilisant le substrat (cadavre de lapin) est réalisée sous loupe binoculaire de type Optika 10X (Fig.). Pour ce faire, nous avons utilisé des clés dichotomiques (szpila) et (Wyss et Cherix, 2006). Néanmoins, nous avons pu après plusieurs utilisations des clés retenir les principaux critères, lesquels portent essentiellement sur la nervation alaire, la forme et la couleur du corps, celle de la tête et des soies situées à son niveau.



**Fig. 20. Congélateur (Photo Originale)**



**Fig. 21. Epingles entomologique (Photo Originale)**



**Fig. 22. Loupe Binoculaire type Optika 10X(Photo Originale)**

## **2.8. Exploitation et analyses 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 Daget (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 (C) ou abondance relative (A. R.) et l'indice de diversité de Shannon-Waever.

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

#### **2.8.1.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm)**

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

Selon Blondel (1979), la richesse totale est le nombre des espèces du peuplement. Selon ce même auteur, la richesse moyenne S est le nombre des espèces enregistrées pour chacun des cadavres animaux et par saison.

$$S_m = \sum n_i / NR$$

$\sum n_i$  : la somme des espèces recensées lors de chaque relevé.

NR : le nombre total des relevés.

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

### 2.8.1.2. 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). Selon Frontier (1983), l'abondance relative ( $p_i = n_i/N$  ou  $n_i =$  effectif de l'espèce de rang  $i$ ,  $N =$  effectif total) des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné.

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

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

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

### 2.8.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

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

Selon Ramade (1984), la diversité informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon mais aussi sur la manière dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1976).

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

$P_i$  : représente la probabilité de rencontrer l'espèce, il est calculé par la formule suivante :

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  : 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).

$$E = H' / H' \text{ max ou } H' \text{ max} = \text{Log } 2 S$$

**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 :**

## **Résultats**

### 3.1. Arrivée des insectes selon l'état du cadavre

Au cours de notre étude, nous avons suivi les différents stades de décomposition cadavérique, nous avons également collecté le maximum d'insectes adultes qui visitaient quotidiennement le cadavre. Nous avons collecté un total de 120 spécimens appartenant essentiellement à deux ordres différents à savoir les Diptères et les Coléoptères. Nos investigations se sont déroulées sur une durée de 15 jours (du 23 Avril au 07 mai 2024).

- **Le premier jour :**

Mardi 23 avril 2024 est le jour du dépôt, le cadavre était en bon état (fig.23). Nous n'avons pu récolter aucun insecte. L'après-midi, nous avons trouvé des fourmis autour du cadavre.



**Fig. 23. Cadavre en bon état (Photo Originale)**

- **Le deuxième jour :**

Mercredi le 24 avril 2024; Ce jour-là, le corps a commencé à se gonfler (fig.24) et nous avons toujours remarqué la présence de fourmis sur le cadavre mais aussi l'arrivée de quelques mouches nécrophages. Nous avons pu capturer des diptères appartenant à l'espèce *Lucilia sericata*



**Fig. 24. Cadavre en état de gonflement (Photo Originale)**

- **Le troisième jour :**

Jeudi le 25 avril 2024, ce jour-là, nous avons remarqué l'arrivée d'un grand nombre de Diptères (fig.25). Le cadavre commence à se gonfler et à dégager de fortes odeurs. La fourrure commence à se détacher de la peau.



**Fig. 25. Diptères sur le cadavre (Photo Originale)**

- **Le quatrième et Le cinquième jour (week-end)**

Le jour 26 et 27 avril 2024 ; Nous n'avons pu récolter aucun insecte car le week-end nous n'avons pas accès à l'université et au laboratoire

- **Le sixième jour**

Dimanche le 28 avril 2022 ; Nous avons remarqué une décomposition très nette qui laisse entrevoir les côtes du cadavre et une importante masse de larvaire à l'intérieur du corps (fig.26), nous avons récolté un grand nombre d'insectes appartenant à l'ordre des Diptères et à celui des Coléoptères.



**Fig. 26. Cadavre en état de décomposition avancée (Photo Originale)**

- **Septième jour :**

Lundi le 29 avril 2024 ; c'est le début du stade de squelettisation, nous avons remarqué l'apparition d'os dans plusieurs parties du corps. Le nombre d'insectes nécrophages adultes

qui viennent visiter le cadavre diminue contrairement à celui des larves qui se manifestent par un grand nombre (fig.27).



**Fig. 27. Masse larvaire sur le cadavre (Photo Originale)**

- **Le huitième jour :**

Mardi le 30 avril 202 le temps était pluvieux avec une grande baisse de température. Le nombre d'insectes nécrophages diminue (fig.28).



**Fig. 28. Os et fourrure uniquement (Photo Originale)**

- **Le dixième jour :**

Jeudi le 02 Mai 2024 ; Le cadavre est sec. Les larves disparaissent et le nombre d'insectes adultes diminue (fig.29)



**Fig. 29. Absence de larves et d'insectes adultes (Photo Originale)**

- **Le treizième jour :**

Mardi 05 avril 2022, la décomposition cadavérique est terminée et ne reste que la peau et les os (fig.30).



**Fig. 30. Décomposition totale du lapin (Photo Originale)**

- **Le quatorzième et quinzième jour :**

Disparition des insectes nécrophages et cadavre asséché.

### 3.2. Relevés climatiques

Le tableau 1 représente les caractéristiques physiques du site de prélèvement à savoir la température et l'humidité qui jouent un rôle important dans la décomposition cadavérique et l'état du substrat.

Tout au long de notre période d'investigations, nous avons remarqué que l'arrivée des insectes nécrophages dépend de la température, plus elle est élevée plus le nombre d'insectes est élevé (ce qui accélère le processus de décomposition), et plus la température baisse, plus le nombre d'insectes diminue.

**Tableau 1 :**Caractéristiques physiques du site de prélèvement et état du substrat

Date	T°(C)	Hygrométrie	Nombre De Spécimens Récoltés	Climat	Etat Du Cadavre
23/04/2024	16 °C	64%	00	Temps couvert	Bon
24/04/2024	14 °C	49%	10	Temps couvert	Commence à se gonfler

<b>25/04/2024</b>	23°C	65%	26	Ensoleillé	Émission d'odeurs
<b>28/04/2024</b>	29°C	76%	48	Ensoleillé	- Présence de larves - Émission d'odeurs fortes. - Chute de cheveux
<b>29/04/2024</b>	25°C	52%	14	Ensoleillé	- Le début de décomposition - Présence de larves adultes - Chute de cheveux
<b>30/04/2024</b>	14°C	82%	11	Temps couvert et pluvieux	- Peau et os - Cadavre mouillé (la pluie)
<b>02/05/2024</b>	20°C	43%	15	Temps couvert	Décomposition totale
<b>05/05/2024</b>	29°C	48%	2	Ensoleillé	Asséché
<b>06/05/2024</b>	28°C	36%	0	Ensoleillé	Asséché
<b>7/05/2024</b>	24°C	52%	0	Temps couvert	Asséché

### 3.3. Inventaire systématique de la faune nécrophage adulte récoltée :

Après identification, nous avons trouvé que la faune nécrophage récoltée est composée de huit espèces différentes appartenant à six familles et deux ordres à savoir celui des Diptères et celui des Coléoptères.

Nous avons pu récolter un total de 37 spécimens appartenant à l'ordre des diptères. Les individus récoltés appartiennent aux familles des Calliphoridae (*Luciliasericata*) et des Sarcophagidae (*Sarcophaga carnaria*)

Nous avons également pu récolter un total de 85 spécimens appartenant à l'ordre des Coléoptère. Quatre espèces ont pu être identifiées appartenant a quatre différentes familles et quatre genres (Tableau 2).

**Tableau 2** : liste des diptères et des Coléoptères nécrophages

Ordre (nbr de spécimens)	Famille	Genre	Espèce
Diptères (37 spécimens)	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	<i>Sarcophagacarnaria (1sp)</i>
Coleoptera (83sp)	Histeridae (16sp)	<i>Hister</i>	<i>Histre unicolor (13sp)</i>
		<i>Saprinus</i>	<i>Saprinusaeneus(3 sp)</i>
	Dermestidae (51 Sp)	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestesperuvianus</i>
	Sylphidae (8 Sp)	<i>Silpha</i>	<i>SilphaSinuatus( 8sp)</i>
	Staphylinidae (8sp)	/	/

Pour les Diptères, l'espèce *Lucilia sericata* est la plus dominante avec (36 Spécimens) du nombre total de diptères. L'espèce *Sarcophaga carnaria* est la moins représentée avec uniquement (1spécimen)

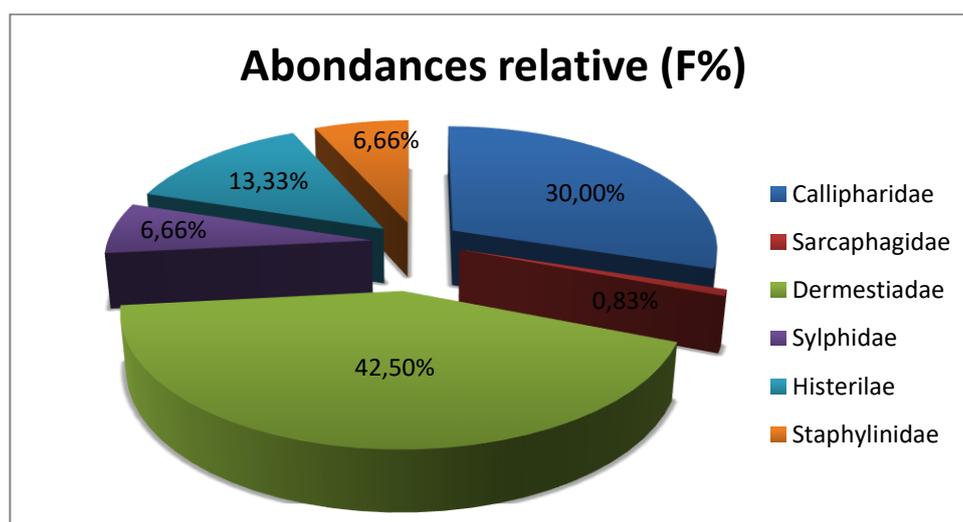
Pour les Coléoptères, l'espèce *Dermestes peruvianus* est la plus dominante avec (51 spécimens) du nombre totalde la faune nécrophage adulte récoltée. l'espèce *Silpha Sinuatus* est la moins représentée

### 3.4. Abondances relatives des familles récoltées

**Tableau 3** : les fréquences centésimales des insectes récoltés.

Les familles	Abondances relative (F%)
Callipharidae	30,00%
Sarcaphagidae	0,83%
Dermestiidae	42,50%
Sylphidae	6,66%
Histerilae	13,33%
Staphylinidae	6,66%

Nous avons remarqué sur le tableau 3 et (fig 31) que la famille la plus abondante dans toute la faune nécrophage récoltée est celle des Dermestiidae avec 42,5 % suivie par celle des Calliphoridae avec 30%, suivie par celle des Histeridae avec 13,33%. Les familles des Sylphidae, Staphylinidae et Sarcophagidae sont faiblement représentées.



**Fig. 31.** Abondances relatives des familles récoltées

### 3.5. Dénombrement des espèces durant la période de l'échantillonnage

Le tableau 4 indique le résultat de nos investigations mettant en évidence le nombre d'espèces inventoriées ainsi que les familles auxquelles elles appartiennent durant toute la durée de nos investigations.

**Tableau 4 :** Dénombrement des espèces échantillonnées durant la période d'investigation

Date	Espèce	N° d'individus	Famille
23/04/2024	/	/	/
24/04/2024	<i>Lucilia sericata</i>	11	Calliphoridae
25/04/2024	<i>Lucilia sericata</i>	25	Calliphoridae
28/04/2024	<i>Dermestes peruvianus</i>	29	Dermestidae
	<i>Histreunicolor</i>	7	Histeridae
	<i>SilphaSinuatus</i>	5	Sylphidae
	/	5	Staphylinidae
29/04/2024	<i>Dermestes peruvianus</i>	6	Dermestidae
	<i>Histre unicolor</i>	4	Histeridae
	<i>SilphaSinuatus</i>	1	Sylphidae
	/	1	Staphylinidae
	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	Sarcophagidae
30/04/2024	<i>Dermestes peruvianus</i>	7	Dermestidae
	<i>Histreunicolor</i>	2	Histeridae
	<i>SilphaSinuatus</i>	2	Sylphidae
	<i>Saprinus aeneus</i>	1	Histeridae
02/05/2024	<i>Dermestes peruvianus</i>	7	Dermestidae

	/	2	Staphylinidae
	<i>Saprinus aeneus</i>	2	Histeridae
<b>05/05/2024</b>	<i>Dermestes peruvianus</i>	2	Dermestidae
<b>06/05/2024</b>	/	/	/
<b>07/05/2024</b>	/	/	/

### 3.6. Indices écologiques de composition

#### 3.6.1. La richesse totale (S)

La valeur de la richesse totale (S) est de 6 espèces ; comptant toutes les espèces de la faune d'insectes nécrophages récoltées durant toute la période de nos investigations.

La figure 32 représente les variations des richesses spécifiques selon les jours de prélèvement.

Le premier jour de dépôt, la richesse spécifique est égale à zéro et la même chose pour les deux derniers jours d'échantillonnage, aucun insecte n'a été récolté.

Nous remarquons que la richesse spécifique (S) atteint son maximum le 7<sup>ème</sup> jour (29.04.2024).

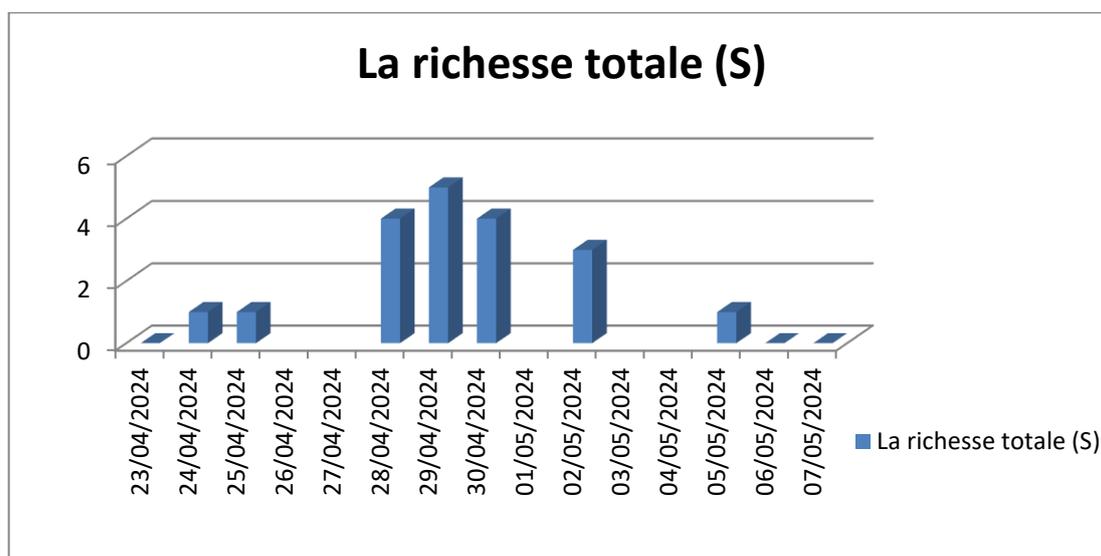


Fig. 32. Variation des richesses totales (S) durant la période d'étude.

### 3.7. Indices écologiques de structure

#### 3.7.1. Indice de Shannon-Weaver ( H') et Equitabilité (E)

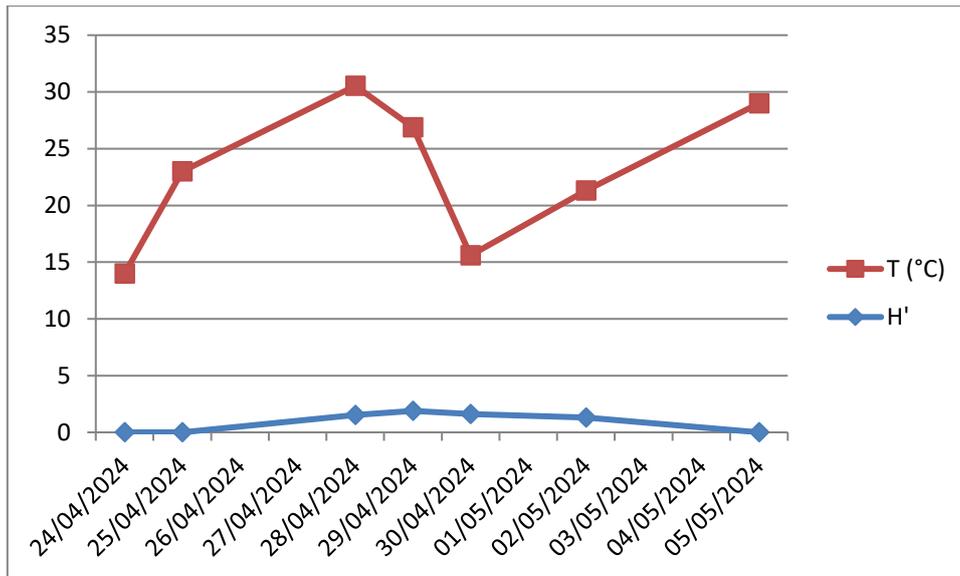
Nous avons calculé l'indice de Shannon-Weaver ( H') pour toute la faune que nous avons récolté durant notre période d'investigation et nous avons trouvé que  $H' = 2,10$ . Cette valeur montre que la faune nécrophage qui a visité le cadavre est diversifiée

Nous avons également calculé la valeur de l'équitabilité  $E = 0,81$ . Cette valeur tend vers 1 ce qui met en évidence l'existence d'un équilibre entre les insectes en présence dans le milieu

**Tableau 5 :** la Variation de H' selon la température et l'humidité.

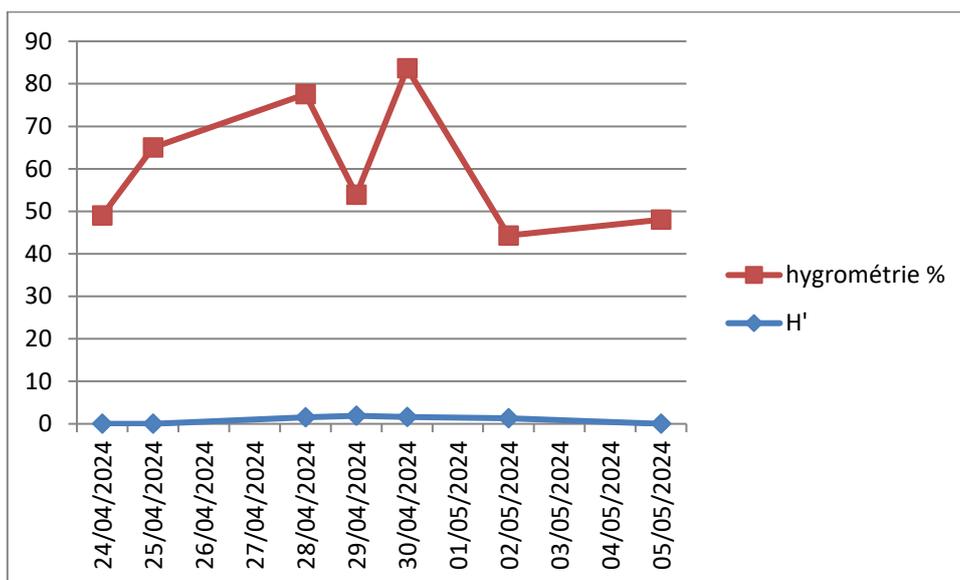
Date	H'	T (°C)	Hygrométrie %
24/04/2024	0	14	49
25/04/2024	0	23	65
28/04/2024	1,53	29	76
29/04/2024	1,89	25	52
30/04/2024	1,61	14	82
02/05/2024	1,31	20	43
05/05/2024	0	29	48

Nous avons remarqué que la température et l'humidité ont une influence sur l'arrivée des insectes nécrophages (tableau 5) (fig 33et 34). Plus les conditions climatiques sont favorables (température augmente et humidité diminue) plus les insectes visitent le cadavre et plus les conditions sont défavorables (température diminue et humidité augmente) moins les insectes nécrophages sont nombreux.



**Fig. 33.** Variation de la diversité au cours du temps par rapport à la température

L'humidité a l'effet inverse sur les valeurs de (H'), plus l'humidité augmente plus l'indice de diversité diminue et plus l'humidité diminue, plus l'indice de diversité augmente (fig.34).



**Fig. 34.** Variation de la diversité au cours du temps par rapport à l'Hygrométrie

### 3.8. Etude systématique des calliphoridae récoltées

Les mouches de cette famille sont souvent observées autour des cadavres. Ce sont des mouches de taille moyenne à grande variant de 4 à 16mm. La tête et le corps possèdent de longues soies, avec un dimorphisme sexuel au niveau des yeux. Ceux des mâles sont très rapprochés alors que ceux des femelles sont nettement séparés, la majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir.

Nous avons remarquée L'arrivée d'une seule espèce qui est *Luciliasericata* (mouche verte) qui représente 30% de la faune récoltée et malheureusement les mouches bleues du genre (*Calliphora*) n'ont pas visité le cadavre.

- **Caractéristiques morphologiques de l'espèce *Luciliasericata* (Meigen, 1826)**

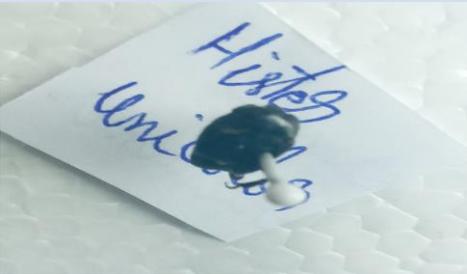
- Mouche de couleur verte (fig.35)
- Basicosta de l'aile blanche ou jaunâtre.
- Tête de couleur grise avec des poils noirs.

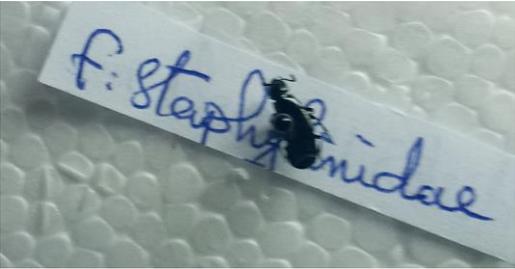


**Fig. 35. *Luciliasericata* (Meigen, 1826) (photo originale).**

## 3.9. Les figure des insectes récoltés

Tableau 6 :Les figures des insectes récoltés (photos originales ; 2024).

Les insectes récoltés	leur photo
<i>Lucilia sericata</i>	
<i>Dermestes peruvianus</i>	
<i>Histre unicolor</i>	
<i>Silpha Sinuatus</i>	

<p><i>Sarcophaga carnaria</i></p>	
<p>Staphylinidae</p>	
<p><i>Saprinus aeneus</i></p>	

# Discussion

## **Discussion**

Notre étude qui s'est déroulée dans un terrain découvert du centre universitaire ABDELHAFIDBOUSSOUF-Mila, les facteurs environnementaux ont une influence sur la colonisation du cadavre ainsi que sur le développement des insectes nécrophages.

Au cours de notre étude, nous avons suivi les différents stades de décomposition cadavérique. Nous avons également étudié l'effet des facteurs climatiques à savoir la température et l'humidité sur la colonisation du cadavre.

Notre expérience qui a duré 15 jours (23 avril au 07 mars 2024). Nous avons réussi à récolter un total de 120 spécimens. Nous avons remarqué que les Diptères sont les premiers à visiter le cadavre suivis par les Coléoptères. Nos résultats se rapprochent de ceux de Benmira (2018) menés au printemps. En revanche, les Hyménoptères n'ont pas apparu dans la faune récoltée contrairement aux autres travaux réalisés dans le même cadre à savoir ceux de Benmira (2018), de Raham et Benabdlekader (2022) et Lakhlef et Bouteldja (2023).

L'inventaire général des insectes nécrophages récoltés durant notre période d'investigation comprend un total de 120 spécimens appartenant principalement à 6 familles différentes dont deux familles appartiennent à l'ordre des Diptères à savoir celle des Calliphoridae et celle des Sarcophagidae), et quatre familles appartiennent à l'ordre des Coléoptères (Sylphidae, Histeridae, Dermestidae et Staphylinidae.).

La décomposition d'un cadavre attire certains insectes très tôt, et d'autres beaucoup plus tard (Wyss et Cherix, 2006). La faune la mieux représentée sur un substrat en décomposition est celle des insectes nécrophages (Wyss et Cherix, 2006 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012). Parmi les Diptères sarcosaprophages, les Calliphoridae sont les premiers et principaux consommateurs de cadavres.

Dans notre étude, l'ordre des Diptères est représenté par deux principales familles à savoir celle des calliphoridae avec un total de 36 spécimens appartenant tous à une seule espèce malheureusement à savoir *Lucilia sericata*.

La famille des Sarcophagidae est représentée par un seul spécimen de l'espèce *Sarcophaga carnaria*.

L'espèce *Lucilia sericata* est une espèce des (mouches vertes) Calliphoridae qui préfèrent les saisons chaudes (printemps et été) ce qui explique sa présence sur notre cadavre.

Notre résultat se confirme par les travaux de Benmira (2018) qui a montré que les mouches vertes étaient plus actives dans la période chaude contrairement aux mouches bleues appartenant au genre *Calliphora* qui sont plus actives dans la période froide à savoir l'automne et l'hiver, ce qui explique l'absence de ces mouches dans notre investigation. Notre période d'investigation s'est déroulée au printemps (période chaude).

L'espèce *Lucilia sericata* est une espèce cosmopolite qui est distribuée mondialement (Bouleknfet, 2016 in Benmira, 2018), elle est souvent présente sur les cadavres humains découvert essentiellement dans des appartements (Wyss et Cherix, 2014). Cette espèce est utilisée également en médecine dans une discipline appelée « larvothérapie » ou « asticothérapie » où les larves sont déposées sur les tissus nécrosés sur lesquels elles se nourrissent, désinfectant ainsi les plaies (Leclercq, 1990 in Benmira, 2018).

Les Calliphoridae sont les premiers visiteurs et colonisateurs des cadavres car ils sont attirés par de minuscules traces de sang (Wyss, 2004), (Tabor et al., 2004) (Benmira, 2018) ; contrairement aux Coléoptères qui interviennent plus tardivement lors du rancissement des graisses. Dans notre étude nous les avons capturés à partir du sixième jour, ce qui est bien en accord avec les travaux de Wyss (2004), Tabor *et al* (2004) et Fekiri (2014). Ils jouent un rôle important dans l'élimination des excréments et sont capables d'éliminer les cadavres d'animaux (Wyss et Cherix, 2006). C'est le principe d'escouades définies par Mégnin (Wyss et Cherix, 2006).

L'ordre des Coléoptères rassemble un total de 83 spécimens soit 71 % de la faune récoltée. Cet ordre est représenté par quatre familles à savoir celle des Dermestidae qui est la plus dominante avec 43 % du total de la faune récoltée, suivie par celle des Histeridae (14 %) celle des Silphidae (7 %) et des Staphylinidae (7 %).

Nous avons suivi la décomposition cadavérique dès le premier jour du dépôt du cadavre et nous avons remarqué que ce dernier est passé par les quatre stades de décomposition à savoir le stade frais, le stade de gonflement, le stade de décomposition active et enfin le stade de squelettisation, ces résultats se rapprochent de ceux de Taleb (2013), Bharti et Singh (2003), Tabor *et al.* (2004), Bouleknfet (2016), Fekiri (2014), Guerroudj (2017), Benmira (2018) et Raham et Benabdlekader (2022).

Nous avons étudié l'effet du climat sur la décomposition et la succession d'insectes sur le cadavre. Différents auteurs ont mentionné que les carcasses exposées au soleil se

décomposent plus rapidement que celles placées à l'ombre (Shean*et al.*, 1993; Joy *et al.*, 2006 in Benmira, 2018).

Nous avons remarqué durant notre expérience, que lorsque la température s'est élevée le sixième jour (29°C) nous avons pu récolté le plus grand nombre de spécimens (48). Par contre quand la température a diminué le huitième jour (14°C) nous n'avons pu récolté que 11 spécimens. Et donc on constate que la température joue un rôle très important dans la colonisation du cadavre, plus elle augmente, plus le nombre de spécimens augmente et plus elle diminue, plus le nombre de spécimens récoltés diminue.

Nous avons calculé l'indice de diversité de Shannon Weaver et nous avons remarqué que Plus la température augmente, plus l'indice de Shannon Weaver augmente, et donc plus la faune est diversifiée, ce qui accélère le processus de décomposition du corps. Ainsi, les travaux de Wyss (2004) révèlent clairement que la diversité des Diptères nécrotiques varie selon les saisons.

Nous avons également calculé l'équitabilité E (0,81), cette valeur tend vers 1 ce qui signifie que la faune récoltée est en équilibre entre elle.

# **Conclusion**

## Conclusion

Notre travail consiste à étudier les insectes nécrophages présents à différents stades de décomposition et de montrer leur influence sur la décomposition cadavérique.

Alors que les résultats d'expertise réalisée sur le cadavre de lapin ont montré que les insectes nécrophages sont les principaux responsables de la décomposition cadavérique, leur mode d'action consiste à une digestion des tissus cadavériques.

Les résultats que nous avons obtenus au printemps (avril et mai) lorsque la température été élevée et l'humidité faible, ont révélé des informations importantes sur la diversité et l'abondance de la faune d'insectes dans la région de Mila, car l'apparition et la décomposition des insectes sont affectées par conditions climatiques (température et humidité) ; Lorsque la température augmente, l'arrivée et l'activité des insectes augmentent, et lorsque la température diminue, le nombre d'insectes diminue.

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.

L'étude de la faune nécrophage par les indices écologiques de diversité révèle que la saison printanière semble favorable pour l'arrivée et l'activité des insectes.

La comparaison des résultats de différentes études montre que les insectes ne sont pas les seuls êtres vivants qui influencent la décomposition cadavérique ; le lieu, les bactéries et les moisissures agissant également sur le processus.

Ce travail a une grande importance pour la médecine légale et la police scientifique pour l'estimation du délai post-mortem des cadavres et donc la résolution de beaucoup de problèmes dans le domaine judiciaire.

# **Références bibliographiques**

**Amendt J, Krettek R, Zehner R. 2004.**-Forensic entomology. *Naturwissenschaften* 91(2):51–65 DOI 10.1007/s00114-003-0493-5.

**Amendt J, Campobasso C, Goff M L &Gassbuger M. 2010.**- Current concepts in forensic entomology. *Springer*, pp. 377.

**Anderson G S. 2001.** - Insect Succession On Carrion And Its Relationship To Determining Time Of Death. *In: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds.) Forensic Entomology. The Utility Of Arthropods In Legal Investigations, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C.* 143-169.

**Anderson G S.2005.** - Forensic entomology in Forensic Science, an introduction to Scientific and investigative techniques, *S. H. JAMES, J.J. Nordby (eds) second edition, Taylor et Francis, Boca Raton FL, 778 P.*

**Anderson J. F., 1996.** – Metabolic Rates of Resting Salticid and Thomisid Spiders. *American Arachnological Society*, **24**(2): 129-134.

**Anonyme E,Faucherre et al. 1999.** [Page consultée le 30/01/2011].

**AouachriaKh, Ferak M .2021 .** - Contribution A L'étude De La Faune Nécrophage Sur Deux Substrats Mammifères (Brulé Et Non Brulé). *Mémoire de Master Université Des Frères Mentouri Constantine.2021.*

**Aouati A., Benmira S., Guerroudj F. &Berchi S., 2017.** -Seasonalstudy of scavengerwildlife of forensicinterest in Constantine (Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies.*; **5**(2): 1251-1256

**ArnaldosM I,Garcia M D. Romera E. Presa J J& Luna A,2005.** – Estimationof postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomologicalevidene. *Forensic Science International*, 149: 57-65.

**Belkhiri W. 2018.** - Contribution A L'identification Des Insectes Nécrophages De La Région De Guelma Et L'effet De La Putréfaction Cadavérique Dans La Datation Des Crimes. Université 8 Mai 1945 Guelma. Juin 2018.

**Benecke, M., and R. Lessig. 2001.** Child neglect and forensic entomology. *ForensicSci. Int.* 120: 155-159.

**Benmira S B. 2018.** Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légale sur cadavre animal et activité saisonnière des Diptères Calliphoridae. *Thèse de doctorat. Université mentouri– constantine* 1-146P.

**Benmira S B., 2010.** - Contribution à l'étude systématique des insectes nécrophages d'intérêt médico-légal, *Mémoire de Master Université de Constantine*, 39p.

**Bensaada F. 2015.-** Différents Aspects Forensiques Dans Quelques Régions d'Algérie : Recyclage De La Matière Organique Animale. *Thèse En Protection Des Végétaux. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach Alger* ; 2015, P 36-37, 39-40. [En Ligne]. <Http://Dspace.Ensa.Dz:8080/Jspui/Bitstream/123456789/1255/1/Th%C3%A8se%20de%20Doctorat%20fini.Pdf> Consulté Le 06/11/2019.

**Bhrati M, Singh D .2003.-**Insect faunal succession on decaying rabbit carcass in Punjab, India, *Journal of Forensic Science*, 48 :1133-1143.

**Blondel J, 1979.-** Biogéographie et écologie. Ed. *Masson*, Paris, 173 p.

**Boukhari D Z, Bouraiou N H. 2017.** - Evolution Et Contrôle Des Populations d'Insectes. Du Theme Etude Des Insectes Nécrophages (Diptera Insecta) D'intérêt Médico- Légale Et Agricole. *Université Des Frères Mentouri Constantine, Mémoire De Master De Biologie*, 2017.

**Boulkenafet F. 2016.-** Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires. *Thèse Doctorat, Université des frères Mentouri Constantine*. 139p.

**Boulkenafet F. 2016.-** Caractérisation Des Insectes Nécrophages, Leur Utilité En Médecine Légale Et Dans Les Enquêtes Judiciaires. *Thèse de doctorat. Université Des Frères Mentouri Constantine* ; 2016, Pp 07-08, 19-20, 102, 106, 108-109. [En Ligne]. <Https://Bu.Umc.Edu.Dz/Theses/Biologie/BOU6919.Pdf>. Consulté Le 06/11/2019.

**Bourel B, Martin-Bouyer L, Hedouin V, Cailliez J C, Derout D & Gosset D .1999.-** Necrophilous insect succession on rabbit carrion in sand dune habitats in northern France. *Journal of Medical Entomology*, 36:420- 425.

**Bouteldja Ch ,Lakhlef A. 2023.** - Inventaire De La Faune Nécrophage Sur Cadavre Animal Suspendu Dans La Région De Constantine, Notamment Les Diptères Calliphoridae. *Université Des Frères Mentouri Constantine., Mémoire De Master, 2023.*

**Byrd J H & Castner J L. 2010.**-Insects of forensic importance. In Forensic entomology: the utility of using arthropods in legal investigations (*ed. by J.H. Castner & J.L. Byrd*) CRC Boca Second Edition, Raton, FL, pp. 29-126.

**Byrd J H. & Castner J L. 2001.** - Forensic Entomology : The Utility Of Arthropods in Legal Investigations. *CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.* 418p.

**Campabasso C P, Introna F. 2001.** - The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. *Forensic science International.* 120.132-139.

**Campobasso C P, Di Vella G, Introna F. 2001.**- Factors Affecting Decomposition An Diptera Colonization. *Forensic Science International.* **120**: 18-27

**CAMPOBASSO C P, Et INTRONA F. 2001.** - The Forensic Entomologist In The Context Of The Forensic.

**Carter D O, Yellowlees D, Tibbett M. 2006.** - Cadaver Decomposition In Terrestrial Ecosystems. *Naturwissenschaften*, 94: 12-24.

**CARTER D O, YELLOWLEES D. ET TIBBETT M. 2007.** - *Cadaver Decomposition In Terrestrial Ecosystems.* *Naturwissenschaften*, 94, 12-24.

**Catts E P & Goff M L .1992.** - Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. *Journal of Agricultural Entomology*, **9**: 245–255.

**Charabidze D. 2008.** - Étude De La Biologie Des Insectes Nécrophages Et Application A L'expertise En Entomologie Médico-Légale, *Université Du Droit Et De La Santé - Lille II*, 2008. Français 1 – 278 PP.

**Charabidze D. 2012b.** - Les prélèvements entomologiques. *Société Française de Médecine Légale.* 1p.

**Charabidze D. 2008.** - Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale. *Thèse Doctorat, Université de Lille*, 205 p.

**Charabidzé D. 2008.**- Etude De La Biologie Des Insectes Nécrophages Et Application A l'expertise En Entomologie Médicolégale. *Thèse Préparée Au Sein Du Laboratoire Del'entomologie De L'institut Ce Médecine Légale, Ecole Doctorale Biologie Et Santé, Lille, Pp.277)*

**Charabidze D.2012a.** - 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.

**Charabidze. D.** 24 mai 2012.- *La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale*, Annales de la Société entomologique de France (N.S.) International Journal of Entomology, 239 – 252 PP.

**Chinery M. 2005.-** Insectes De France Et d'Europe Occidentale, Paris : *Flammarion*, Pp. 192.

**Christine F, Jessica D, François J V, Eric H. 2011/2010.** - L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes.63 (4) *Faunistic Entomology*.237-249pp.

**Christine Frederickx , Jessica Dekeirsschieter, François J, Verheggen&EricHaubruge .2011.-**L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes,*Entomologie faunistique – FaunisticEntomology*2011 (2010) **63** (4), 237-249.Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité d'Entomologie Fonctionnelle et Evolutive, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgique). E-mail:entomologie.gembloux@ulg.ac.be. \*Auteur correspondant: Christine Frederickx, Tél.: +32 81 62 22 87; Fax: +32 81 62 23 12, e-mail: [cfrederickx@student.ulg.ac.be](mailto:cfrederickx@student.ulg.ac.be)

**Daget J., 1976.** - Les méthodes mathématiques en écologie. *Ed. Masson*, Paris, 172p.

**Dajoz R, 2000.** - Précis d'écologie. 7<sup>ème</sup> Ed. *Dunod*, Paris, 443p.

**David B., Riverts, et Dahlem Gregory (2014).** *The Science of Forensic Entomologie*. Death. In *Forensic Entomology: The Utility Of Arthropods In Legal Investigations* (Ed. WILEY BLACKWELL. USA, p : 377.

**Dekeirsschieter J. 2012.** - Interactions Entre L'entomofaune Et Un Cadavre: Approches Biologique, Comportementale Et Chémo-Ecologique Du Coléoptère Nécrophage, *ThanatophilusSinuatusFabricius* (Col., Silphidae). *Universite De Liege – Gembloux Agro-Bio Tech*, 2012.

**Dekeirsschieter J, Verheggen F, Frederickx C. 2012.-** Comment Les Insectes Communiquent-Ils Au Sein De L'"Ecosystème-Cadavre"? L'écologie Chimique Des Insectes Nécrophages Et Nécrophiles. *Entomologie Faunistique – FaunisticEntomology*2012 **65**, 3-13. Pp 5. [En Ligne]. <https://Orbi.Uliece.Be/Bitstream/2268/124146/1/Dekeirsschieter-Etal-2012-FE.Pdf>. Consulté Le 01/08/2020

**Dekeirsschieter J. 2012.** - Etude des interactions entre l'entomofaune et un cadavre: approches biologique, comportementale et chémo-écologique du coléoptère nécrophage, *Thanatophilussinuatus* Fabricius (Col., Silphidae). *Thèse de Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Université de Liège*, 284p.

**Dekeirsschieter J. et Haubruge E.** 7 mai 2009. *Entomologie forensique*, Académie universitaire Wallonie-Europe Unité d'entomologie fonctionnelle et évolutive FUSAGx,1 – 36 PP.

**Dekeirsschieter J., 2007.** - Etudes des odeurs émises par des carcasses de porcs (*Sus domesticus* L.) en décomposition et suivi de la colonisation postmortem par les insectes nécrophages. *Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du grade de Bio ingénieur en Nature, Eaux et Forêts*. 104p.

**Fekiri .2014.**-Identification et étude de la succession des diptères nécrophages sur deux cadavres de sangliers sus scrofa (Linnaeus, 1815) manipulés dans la station vétérinaire de l'université de Blida. 15-19p.

**Frederichx C, Dekeirsschieter J, Verheggen F J, Haugruge E.2013.** –The Community Of Hymenoptera Paraziting Necrophagous Diptera In An Urban Biotope. *Journal Of Insect Science*, 13:32.

**Frontier S, 1983.** - L'échantillonnage de la diversité spécifique. In Stratégie d'échantillonnage en écologie, *Frontier et Masson édit., Paris (Coll. d'Ecologie), XVIII*, 494p.

**Galloway A. 1997.** -The Process Of Decomposition: A Model From The Arizona-Sonoran Desert. In *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate Of Human Remains* (Ed. By W.D. Haglund & M.H. Sorg). *CRC Press, Boca Raton, FL*, Pp. 139-149.

**Gaudry E, Dourel L, Chauvet B, Vincent B, Pasquerault T. 2007.** - L'entomologie Légale: Lorsque Insecte Rime Avec Indice. *Revue Francophone Des Laboratoires*. 392:23-32.

**Gaudry E. & Dourel L., 2009.** - Guide des Coléoptères d'Europe. Coll. Arthaud PP: 5-29.

**Gennard D E. 2007.**-*Forensic Entomology: An Introduction*. Library Of Congress Cataloging, England, Pp. 254.

**Goff M L.1993.**- Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review* 5:81–94.

**Goff M.2009.** - Early Post-Mortem Changes And Stages Of Decomposition In Exposed Cadavers. *Experimental Applied Acarology*, **49**:21-36.

**Guerfi M A. 2020.** - Inventaire Des Insectes Nérophages Dans Les Régions Des Hauts Plateaux Sétifiens (Cas Des Insectes Utilisés Dans Le Forensique). *Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou*.2020.

**Guerroudj F Z. 2017.-** Prospection entomologique et bio-écologie des insectes nécrophages sur deux substrats mammifères – importance médico-légale des Coléoptères (Insecta: Coleoptera). *Thèse doctorat. Faculté de science de la nature et de la vie. Département de biologie animale. Université Mentouri– constantine1-* .150p.

**Gunn A. 2006.** -Essential Forensic Biology, *John Wiley & Sons, Ltd., Chichester*, Pp.294.

**Hackston M., 2012.** <http://www.coleo-net.de/coleo/texte/asaphidion.htm>– Key to the UK species of Asaphidion.

**Hall R D & Doisy K E.1993.-** Length of time after death: effect on attraction and oviposition or larviposition of midsummer blow flies (Diptera:Calliphoridae) and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) of medicolegal importance in Missouri. *Ann Entomol Soc Am*, **86**:589-593.

**Hall R D, Huntington T E.2009.** –Introduction: Perception And Status Of Forensic Entomology. In J.H Castner And J.L. Byrd (Eds.), *Forensic Entomology: The Utility Of Arthropods In Legal Investigations, CRC Press, Boca Raton, Florida*. Pp. 1-16.

**Hamel KH .2011.** - Contribution A L'étude De L'influence De La Température Sur Le Développement Des Insectes Nérophages, *Université Mentouri Constantine*, 2011.

**Ireland S & Turner B. 2006.** - The Effects Of Larval Crowding And Food Type On The Size And Development Of Blowfly, *Calliphora Vomitoria*. *Forensic Science International*, **159**:157- 181.J.H. Castner & J.L. Byrd).*CRC Press, Boca Raton, FL*, Pp.143-169.

**Jeanine.** <http://www.insectesjardin56.eklablog.com>

**Joy J E, Liette N L& Harrah H L.2006.** - Carrion fly (Diptera: Calliphoridae) larval colonization of sunlit and shaded pig carcasses. *Forensic Science International*, **164**: 183-192.

**Khanti N H, Debbah A.2020.** - Les Insectes Nérophages Inféodés Aux Cadavres Dans La Région De Constantine. *Université Des Frères Mentouri Constantine*.2020.

**Kocarek P.2003.** - Decomposition And Coleoptera Succession On Exposed Carrion Of Small Mam.

**Koffi A F, Aboua L R N, Dao H, Djodjo M, Koffi- Tébélé J D E, Kpama-Yapo C E Y (a).** 2017- Process of colonization by necrophagous insects, of a pig corpse exposed at the open air in southern forest zone of Côte d'Ivoire. *Int. J. Curr. Res. Aca. Rev*, 2017; 5(7): 103-114.

**Koffi A F, Aboua L R N, Djodjo M, Dao H, Koffi- Tébélé J D E, Kpama-Yapo C E Y (b).** 2017-Contribution of different groups of necrophagous insects, in the process of decomposition of a pig corpse (*Sus scrofa domesticus* L.) exposed to the open air, in the guinean zone of Côte d'Ivoire. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*, 2017; 3(9): 14-22.

**Kreitlow K L T. 2010.** - Insect Succession In Natural Environment. In *Forensic Entomology: The Utility Of Arthropods In Legal Investigations.* (Ed. By J.H. Byrd & J.L. Castner 2nd Edn), *CRC Press, Boca Raton, FL.* Pp. 251–270.

**Lazazga A, Lazazga R .2019.-** Inventaire Des Insectes A Intérêt Médico-Légal Dans La Région De La Région De Sétif Et Leur Utilisation En Entomologie Forensique. *Mémoire En Parasitologie. Université Ferhat Abbas Sétif* ; 2019, Pp 07, 09, 17-25, 27-30.

**Leclercq M. & Brahy G., 1985.** - Entomologie et Médecine légale. Datation de la mort. *Journal de Médecine légale Droit Médical.* **28** :271-278.

**Leclercq M. 1990.** - Utilisation de larves de Dipteres- maggottherapy- en médecine: historique et actualité. *Bulletin et Annales de la Société royale Belge d'Entomologie.* **126**: 41-50.

**Leclercq M. Et Verstraeten C. 1992.** - Eboueurs Entomologiques Bénévoles Dans Les Ecosystèmes Terrestres. *Notes Fauniques De Gembloux.* **25**: 17-23.

**Leclercq M., 1978.** - Entomologie et médecine légale : Datation de la mort. Masson, Paris, *Collection de médecine légale et de toxicologie médicale.* pp. 108.

**Leclercq, M. 1996.-** On the entomofauna of a wild boar carcass. *Bulletin et Annales de lasociété Royale Belge d'Entomologie*, **132**: 417-422.

**Marchenko M I. 2001.** - Medico-Legal Relevance Of Cadaver Entomofaune For The Determination Of Time Of Death. *Forensic Science International.* **120**:89-109.

**Matouk Y, Chetouane A. 2022.** - Etude De L'effet De L'altitude Sur La Diversité De La Faune Forensique Dans La Région De Chréa. *Université De Blida* 1.2022.

**Megnin P., 1894.** - La faune de cadavres. Application de l'Entomologie a la Médecine Légale. Encyclopedie scientifique des aides Mémoire. *Masson, Paris* : Gauthier – Villars.

**Mégnin R. 1894.** – La Faune Des Cadavres : Application De L'entomologie A La Médecine Légale. *Masson, Paris*. 214p.

**Messaoudi H, Kasmi L. 2017.** - Contribution A L'étude De L'influence Du Climat Sur Le Développement Des Insectes Nérophages Et Evolution Post-Mortem De Quelques Espèces Bactériennes. *Mémoire MASTER Écologie Microbienne Du Université A. MIRA – Bejaia*. 2017.

**Minchilli D.2020.** - Thanatochimie : Caractérisation De L'odeur De Décomposition D'un Cadavre Et Réponse Olfactive Des Coléoptères Nérophages. Master En Bioingénieur Gestion Des Forêts Et Des Espaces Naturels, *A Finalité Spécialisée.LiegeUniversité Library*.

**Moretti T C, Russ Solis D R, Wesley Augusto Conde Godoy W A C. 2013.** –Ants (Hymenoptera: Formicidae) Collected With Carrion-Baited Traps In Southeast Brazil. *TheOpen Forensic Science Journal*. 6:1-51.

**Raham N. Benabdlekader H ,2022.**-Inventaire de la faune nécrophage sur cadavre de lapin dans la région de constantine, *Thèse de Master, Université des frères Mentouri .Constantine*.

**Ramade F, 1984.** - Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. *Éd. McGraw. Hill. Paris*. 397p.

**Régis. P., 2000.** -Application de l'entomologie à la médecine légale Estimation d'un délai post-mortem. *Revue de L'association Roussillonnaise d'entomologie*. France . IX (2): 64-68pp.

**Rivers D B & Dahlem G A.2014.** - The Science Of Forensic Entomology.

**Rodriguez W C, Bass W M .1985.**- Decomposition of buried bodies and methods that mayaid in their location. *Journal of Forensic Science* 30: 836–852

**Roth M., 1974.** - Initiation à la morphologie. La systématique et la biologie des insectes.*O.R.S.T.O.M*, **23**:197.

**Shean B S, Messinger L. & Papworth M., 1993.** - Observations of differential Decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in Coastal Washington State. *Journal of forensic Sciences*, **38**(4).

**Smith K G V.1986.-** A Manual Of Forensic Entomology. Ithaca, Comstock Publishing Associates, *Cornell Univ Pr.* 205.

**Smith K G V.1986.-** A manual of forensic entomology. London: Trustees of the British Museum (Natural History) and Cornell University Press.

**Tabor K L,Brewster C C& Fell R D.2004.-**Analysis of the successional patterns of insects on carrion in southwest Virginia.*Journal of medical Entomology*,41 :785-795.

**Taleb M.2013.-** Inventaire et variation saisonnières des insectes nécrophages au nord de l'ALGERIE et perspectives de leur utilisation en entomologie médico-légale. *Université de Bida1.*

**Tomberlin J K, Mohr R, Benbow M E, Tarone A M &VanLaerhoven S.2011.-** A roadmap for bridging basic and applied research in forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, 56: 401–421.

**Vass A. A, Smith R .R, Thompson CV, Burnett M N, Wolf D A, Synstelien J A, Dulgerian N & Eckenrode B A. 2004.** -Decompositional Odor Analysis Database. *Journal Of Forensic Sciences*, 49: 760-769.

**Vass. A., 2001** - Beyond the grave-understanding human decomposition. *MicrobiologyToday***28**: 3 p

**Wyss C.&Cherix D. 2006.-** Traité D'entomologie Forensique. Dater Le Décès Enentomologie Médico-Légale, 239-252p.

**Wyss C &Cherix D. 2006.** - Traité d'entomologie forensique. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, Lausanne, 317p.

**Wyss C &Cherix D.2014.** - Les diptères nécrophages. In Insectes, cadavre et scènes de crime: Principe et application de l'entomologie médico-légale (ed.By D. Charabidzé&M. Gosselin). *Deboeck*, 59-78.

**Wyss C, &Cherix D. 2013.** – Traité D'entomologie Forensique : Les Insectes Sur La Scène De Crime. 2ème Edition Revue Et Augmentée. *Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes, Lausanne (Suisse)*. 326p.

**Wyss C. & Cherix D., 2001.** – les insectes nécrophages au service de la justice:

**Wyss C. 2004.** - Entomologie forensique en Suisse. <http://www.Entomologieforensique.ch>.

[https://weather.com/arAE/weather/today/1/ae773e0bda7162964fccd8e8b6e3afce0420158a8f18bd790574fa2d6fba57b?cm\\_ven=home](https://weather.com/arAE/weather/today/1/ae773e0bda7162964fccd8e8b6e3afce0420158a8f18bd790574fa2d6fba57b?cm_ven=home).

# Résumés

## ملخص

علم الحشرات الشرعي هو العلم الذي يهتم بدراسة الحشرات التي تقوم بتحليل أنواع مختلفة من الجثث. في بعض الأحيان يمكن تمديد المصطلح ليشمل المفصليات الأخرى. تعد عائلة Calliphoridae الأكثر أهمية في علم الحشرات الشرعي، حيث تستخدم الجسم كمورد غذائي ومكان للتزاوج ووضع ونمو اليرقات، وهي أول عائلة تأتي وتستعمر الجثة وتعتبر مؤشرات عضوية حقيقية في تأريخ موت.

وتستعمل الحشرات عند التحقيق في مسرح الجريمة سواء أكان على الأرض أو في الماء لاستخلاص النتائج واستعمالها لتوفير البيانات الأربعة التي تسهيل مسار التحقيقات الجنائية ومن أكثر تطبيقات علم الحشرات الجنائي شيوعا التي تمكن من الإجابة عن بعض الأسئلة المهمة في القضايا الجنائية تحديد الوقت المنقضي بعد الوفاة ومعرفة سبب وطريقة الوفاة. ومعرفة حركة الجثة من مكان لآخر بعد الوفاة وتحديد الظروف البيئية التي تعرضت لها الجثة. حيث تعتبر الحشرات دليل وشاهدا صامتا في التحقيقات الجنائية. ولكي نتعرف على حشرات الجثث في ولاية ميلة وضعنا جثة أرنب وزنه 1.50 كغ فظروف مناسبة داخل قفص لحمايته من الافتراس من قبل الحيوانات الأخرى وهذا على مقربة من مختبر المعهد البيولوجي -جامعة عبد الحفيظ بوصوف-، وبداية من تلك اللحظة، أخذنا عينات يومية للعثور على أنواع الحشرات الزائرة لجثة الأرنب لاحظنا أغلبية الحشرات الموجودة كانت بشكل رئيسي من الجنسين الأساسيين للحيوانات الناخرة، وهما Coleoptera و Diptera.

**الكلمات المفتاحية:** الحشرات القمامة، الجثث، علم الحشرات الشرعي.

**Abstract:**

Forensic entomology is the science concerned with the study of insects that decompose various types of corpses. Sometimes the term can be extended to include other arthropods. the Calliphoridae mainly the most important in Forensic entomology, which use the body as a food resource, place of mating and laying and growth of larvae. This is the first family to come and colonize a corpse and Considered as true organic indicators in the dating of death.

Sometimes the term may be expanded to include other arthropods. Insects are used when investigating a crime scene, whether on land or in water, to draw conclusions and use them to provide crisis data that facilitates the course of investigations. Forensic: One of the most common applications of forensic entomology that enables answering some important questions in criminal cases is determining the time elapsed after death and knowing the cause and manner of death. Knowing the movement of the body from one place to another after death and determining the environmental conditions to which the body was exposed. Insects are considered evidence and silent witnesses in criminal investigations. In order to learn about corpse insects in the state of Mila, we placed the corpse of a rabbit weighing 1.50 kg in appropriate conditions inside a cage to protect it from predation by other animals. Close to the laboratory of the Biological Institute - Abdelhafid Boussouf University, and the beginning from that point on, we took daily samples to find the types of insects visiting the rabbit carcass. They noted that the majority of insects found were mainly from the two main genera of gnawing animals, namely Diptera and Coleoptera.

**Keywords:** Scavenging Insects, Corpse, Forensic Entomology.

## **Résumé :**

L'entomologie médico-légale est la science qui s'intéresse à l'étude des insectes qui décomposent divers types de cadavres. Parfois, le terme peut être étendu pour inclure d'autres arthropodes. Les Calliphoridae principalement la plus importante en entomologie Médico-légale, qui utilisent le corps comme ressource alimentaire, lieu d'accouplement et de ponte et de croissance des larves. C'est la première famille à venir coloniser un cadavre et Considérés comme de véritables bio indicateurs dans la datation du décès.

Les insectes nécrophages sont utilisés lors de l'enquête sur les scènes de crimes. L'une des applications les plus courantes de l'entomologie médico-légale qui permet de répondre à certaines questions importantes dans les affaires pénales est de déterminer le temps écoulé après le décès et de connaître la cause et les modalités du décès. Connaître le mouvement du corps d'un endroit à un autre après la mort et déterminer les conditions environnementales auxquelles le corps a été exposé. Les insectes sont considérés comme des preuves et des témoins silencieux dans les enquêtes criminelles.

Afin d'en apprendre davantage sur les insectes nécrophages dans la région de Mila, nous avons placé un cadavre d'un lapin pesant 1,50 kg environ dans une cage métallique pour le protéger des prédateurs éventuels, dans un espace ouvert à proximité du laboratoire de l'Institut de Biologie du centre universitaire Abdelhafid Boussouf -Mila -. Nous avons effectué des prélèvements quotidiens pour déterminer les types d'insectes visitant la carcasse du lapin. Après identification, nous avons constaté que la majorité des insectes trouvés appartenaient principalement à deux ordres différents à savoir celui des Diptères et celui des Coléoptères avec un total de 120 spécimens.

**Mots clés :** Insectes Nécrophages, Cadavre, Entomologie Médico-légale.