



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



**Université Constantine 1 Frères Mentouri**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري**  
**كلية علوم الطبيعة والحياة**

**Département : Biologie Animale**

**قسم : بيولوجيا الحيوان**

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

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

**Filière : Sciences Biologiques**

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

**N° d'ordre :**

**N° de série :**

**Intitulé :**

---

***Etude de l'effet du masquant d'odeur sur la décomposition cadavérique et l'arrivée des insectes nécrophages***

---

**Présenté par : HOUCINI Serine Yasmine**

**Le : 23/06/2025**

**EL GUACHI Ibtihal**

**Jury d'évaluation :**

**Président :** Dr.Chaib (MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Encadrant :** Dr. Guerroudj -latrech Fatima Zohra (MCA – U Sétif A Ferhat Abbas).

**Examinateur(s):** Pr.Kohil (Professeur - U Constantine 1 Frères Mentouri)

**Année universitaire**

**2024 - 2025**

# *Remerciement*

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir donné la force, la patience et la persévérence nécessaires pour mener à bien ce travail

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Madame Guerroudj Fatima**, mon encadrante, pour son accompagnement attentif, ses conseils éclairés, sa disponibilité et sa confiance tout au long de ce travail

Mes remerciements les plus sincères s'adressent également à **Madame Chaib Aouatif**, présidente du jury, pour l'intérêt qu'elle a porté à ce mémoire

Je remercie chaleureusement **Madame Dr. KOHIL Karima**, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail. Je suis reconnaissante pour l'attention qu'elle a portée à mon mémoire ainsi que pour ses remarques pertinentes, qui m'ont permis de mieux approfondir ma réflexion.

Je remercie chaleureusement l'équipe administrative du département de biologie animale pour leur aide et leur soutien durant tout mon parcours universitaire

Je n'oublie pas tous les enseignants qui m'ont transmis leur savoir, ainsi que le personnel du Laboratoire de Bio Systématique et Écologie des Arthropodes de Chaabat-Erssas pour leur accueil, leurs moyens mis à disposition et leur encadrement technique

Enfin, je remercie mes camarades de promotion pour l'esprit d'entraide et les bons souvenirs partagés tout au long de ces années. À toutes et à tous, merci du fond du cœur.

## *Dédicace*

Je dédie ce mémoire à

**Moi-même**, pour avoir résisté à la fatigue, à la peur, au découragement. Pour toutes mes nuits blanches, ces moments d'épuisement, de silence, de dépassement de soi. Aujourd'hui, je suis fière du chemin parcouru.

Mes parents adorés, **Abd El Hamid et Hayet**, pour leur amour infini, leur patience sans limites, leurs sacrifices silencieux et leur foi inébranlable en moi. Vous êtes ma plus grande fierté, mon socle, mon refuge. Rien n'aurait été possible sans votre présence à chaque étape.

Mon frère **Louai**, pour sa tendresse, ses encouragements discrets mais puissants, et pour toujours m'avoir rappelé que je pouvais réussir.

Mes **tantes** chères, pour leurs prières pleines d'amour, leur bienveillance constante et leur présence rassurante dans mon cœur.

Mes amies précieuses : **Amani, Lyna, Chaima, Amina et Souha** pour leur amitié sincère, leurs mots justes, leurs rires salvateurs et ces instants partagés qui m'ont tant apporté.

Mes **grands-parents**, رحمهما الله, dont l'amour, les valeurs et les souvenirs continuent de m'éclairer, même dans leur absence. Ce travail est aussi le vôtre.

Mon binôme **Ibtihal**, ce mémoire est le reflet de nos efforts communs, de nos heures de réflexion, de doutes et de rires.

Tous ceux qui ont cru en moi, même dans mes silences. Ce mémoire vous est dédié, avec tout mon amour, ma gratitude et ma reconnaissance.

SÉRINE

## *Dédicace*

**Avant tout, merci mon Dieu** de m'avoir donné la force et la capacité d'aller jusqu'au bout. J'ai toujours cru en Toi, même quand tout était dur tu étais là.

Je dédie ce travail à **moi-même**, Pour tous ces efforts invisibles, ces nuits pleines de doutes, et surtout pour avoir tenu bon, même quand la fatigue prenait le dessus. À mon père, **Abd Erezakk Fayçal**, Le grand homme qui a tout sacrifié pour me voir réussir celui qui a toujours été mon ange gardien. Aucun mot ne sera jamais à la hauteur de ce que je ressens pour te remercier ce travail est le fruit de ton amour de ton soutien et de tes prières sincères. Merci d'avoir toujours cru en moi je serai toujours fière d'être ta fille. Que Dieu te protège et te garde pour nous.

À ma mère, **Yasmina**, Merci pour tout ce que tu as fait pour moi. Pour ton amour, ta présence dans les moments les plus difficiles et ta force discrète qui m'a toujours portée. Tu as toujours cru en moi même quand je doutais ton amour a été ma force.

À ma grand-mère, **Khira Fatima** – رحمها الله Une femme forte que je n'oublierai jamais. Tout ce que je suis aujourd'hui porte l'empreinte de son éducation, de ses valeurs et de tout ce qu'elle m'a transmis. J'espère qu'elle est fière de moi là-haut, et que ce travail soit une sadaqa jâriya pour elle. « رَبَّ اغْفِرْ لِي وَلِوَالِدَيَ وَلِلْمُؤْمِنِينَ يَوْمَ يَقُولُ الْحِسَابُ »

**(Sourate Ibrahim, 41)** Que Dieu lui accorde Sa miséricorde.

À mes deux petits frères,

**Radio Allah**, plus qu'un frère, un vrai soutien même avec ton jeune âge, tu as toujours été là pour m'encourager et me redonner le sourire. Merci pour ta présence, ton énergie et ton amour j'espère être toujours ta fierté.

**Taha** mon petit trésor merci pour ton amour sincère et tes câlins pleins de douceur.

Ta tendresse m'a donné la force d'avancer.

À mon binôme, **Sérine**, Ta présence m'a apporté un vrai soutien, et je suis reconnaissante d'avoir partagé cette recherche avec toi. Merci pour ton sérieux, ton implication et tes efforts. Merci à toutes celles et ceux qui ont cru en moi, m'ont tendu la main dans les moments difficiles et ont partagé sincèrement ma joie aujourd'hui.

**Sommaire :**

<b>Introduction .....</b>	01
<b>CHAPITRE 1 : LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>1. L'entomologie médico-légale.....</b>	04
<b>1.1 Définition.....</b>	04
<b>1.2 Historique.....</b>	04
<b>2. Intérêts de l'entomologie médico-légale.....</b>	04
<b>2.1 Estimation de l'intervalle post-mortem (IPM) .....</b>	05
<b>2.2 Rôle dans les enquêtes criminelles.....</b>	05
<b>2.3 Influence des facteurs environnementaux.....</b>	05
<b>2.4 Contribution à la recherche scientifique.....</b>	05
<b>3 Décomposition cadavérique et interaction du cadavre avec son milieu.....</b>	05
<b>3.1 Définition et processus biologiques de la mort.....</b>	05
<b>3.2 Le cadavre autant qu'écosystème.....</b>	06
<b>3.3 Les modifications post-mortem d'un corps sans vie.....</b>	06
<b>3.3.1 Refroidissement du corps (Algor mortis) .....</b>	07
<b>3.3.2 Rigidité cadavérique (Rigor mortis) .....</b>	07
<b>3.3.3 Lividités cadavériques (Livor mortis) .....</b>	07
<b>3.3.4 Déshydratation.....</b>	08

<b>3.3.5 Autolyse et putréfaction.....</b>	<b>09</b>
<b>3.3.6 Squelettisation.....</b>	<b>09</b>
<b>3.4 Interaction avec la faune édaphique.....</b>	<b>09</b>
<b>3.5 Interaction avec la flore.....</b>	<b>10</b>
<b>3.6 Mécanismes d'installation et de digestion par les insectes nécrophages.....</b>	<b>11</b>
<b>4. L'entomofaune impliquée dans le processus de la colonisation d'un cadavre.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Groupes écologiques.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.1 Les insectes nécrophages.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1.2 Les insectes nécrophiles.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1.3 Les insectes omnivores.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1.4 Les insectes opportunistes.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1.5 Les insectes accidentels.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Les espèces nécrophages impliquées dans le processus de colonisation d'un cadavre.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.1 Les Diptères.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.1.1 Morphologie générale des Diptères nécrophages.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.1.2 Biologie des Diptères associés aux cadavres.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.1.3 Familles de Diptères nécrophages.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.2 Les Coléoptères.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2.2.1 Morphologie générale des Coléoptères.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.2.2 Biologie des Coléoptères associés aux cadavres.....</b>	<b>22</b>

<b>4.2.2.3 Familles de Coléoptères nécrophages.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.3 Les Hyménoptères.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.4 Les Lépidoptères.....</b>	<b>29</b>
<b>5. Paramètres influençant la décomposition d'un corps ainsi que les facteurs limitants ....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 La température.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Le vent.....</b>	<b>31</b>
<b>5.3 La lumière.....</b>	<b>31</b>
<b>5.4 L'hygrométrie.....</b>	<b>31</b>
<b>5.5 L'adéquation avec l'environnement.....</b>	<b>31</b>
<b>6. Effet de la chaux vive (CaO) sur la décomposition.....</b>	<b>31</b>

## **CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES**

<b>1. Présentation du site d'expérimentation.....</b>	<b>33</b>
<b>2. Matériel sur terrain.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Modèles biologiques.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 Matériel utilisé sur le terrain.....</b>	<b>34</b>
<b>2.3 Matériel utilisé au laboratoire.....</b>	<b>34</b>
<b>3. Méthodes.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Suivi de l'état du cadavre au cours de sa décomposition.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Collecte et conservation des insectes adultes.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Méthodes de piégeages.....</b>	<b>37</b>

<b>3.4 Traitement des insectes récoltés.....</b>	<b>37</b>
<b>4. Méthodes d'exploitation des résultats.....</b>	<b>38</b>

**4.1 Exploitation par des indices écologiques de composition.....38**

<b>4.1.1 Abondance (A) .....</b>	<b>38</b>
----------------------------------	-----------

<b>4.1.2 Abondance relative ou fréquence centésimale (%).....38</b>
---

<b>4.2 Exploitation statistique : test de la variance (ANOVA) .....</b>	<b>38</b>
---	-----------

## **CHAPITRE 3 : RESULTATS**

<b>1. Stades de décomposition.....40</b>
--

<b>2. Arrivée des insectes nécrophages en fonction des stades de décomposition.....43</b>
---

<b>3. Inventaire de la faune nécrophage.....45</b>
--

<b>3.1 Répartition des familles de Diptères et Coléoptères nécrophages sur les deux cadavres .....</b>	<b>45</b>
--	-----------

<b>3.2 Comparaison de la répartition des familles de Diptères et Coléoptères nécrophages sur les deux cadavres.....46</b>
---

<b>3.3 Fréquences relatives des familles de Diptères et Coléoptères nécrophages..... 47</b>
---

<b>3.4 Comparaison des fréquences relatives des familles des insectes nécrophages sur les deux cadavres.....48</b>
--

<b>3.5 Effet de la température et de l'humidité sur l'arrivée des insectes nécrophages....49</b>
--

<b>3.6 Test de la variance (ANOVA) .....</b>	<b>50</b>
--	-----------

<b>4 Quelques photos des familles nécrophages identifiées.....50</b>
--

<b>4.1 Ordre : Diptera.....50</b>
-----------------------------------

<b>4.2 Ordre : Coleoptera.....</b>	<b>52</b>
------------------------------------	-----------

## **CHAPITRE 4 : DISCUSSION**

<b>1. Discussion.....</b>	<b>56</b>
---------------------------	-----------

### **Conclusion**

<b>1. Conclusion.....</b>	<b>65</b>
---------------------------	-----------

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> :possibilité de datation d'un cadavre (IPM) en médecine légale et en entomologie forensique (Wyss et Cherix, 2013).....	5
<b>Figure 2</b> : Schéma des différents constituants de l'écosystème « cadavre». ( <b>Charabidze, 2008</b> ) .....	6
<b>Figure 3</b> :Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre ( <b>adapté de Arnaldos et al., 2005</b> ) .....	13
<b>Figure 4</b> : Morphologie générale d'une mouche, vue dorsale. ( <b>Anonyme, 2018a</b> ) .....	16
<b>Figure 5</b> :Morphologie générale d'une mouche, vue latérale ( <b>Anonyme, 2018a</b> ).....	16
<b>Figure 6</b> :Métamorphose complète (holométabole) des diptères ( <b>Boulay , 2015</b> ) .....	17
<b>Figure 7</b> :Quelques espèces de Calliphoridae. A – <i>Lucilia sericata</i> . B – <i>Calliphora vicina</i> . C <i>Calliphora vomitoria</i> . D – <i>Chrysomya albiceps</i> ( <b>Anonyme, 2018c</b> ) .....	18
<b>Figure 8</b> :Quelques espèces de Sarcophagidae. A – <i>Sarcophaga carnaria</i> . B – <i>Sarcophaga africa</i> . C – <i>Sarcophaga argyrostoma</i> . D – <i>Sarcophaga tibialis</i> ( <b>Anonyme, 2018c</b> ). .....	19
<b>Figure 9:</b> Quelques espèces de Muscidae. A – <i>Musca domestica</i> . B – <i>Stomoxys calcitrans</i> ( <b>Anonyme, 2018c</b> ).....	19
<b>Figure 10:</b> Quelques espèces de Fanniidae. A – <i>Fannia lustrator</i> . B – <i>Fannia canicularis</i> ( <b>Anonyme, 2018c</b> ).....	20
<b>Figure 11:</b> Quelques espèces de Piophilidae. A – <i>Piophila casei</i> . B – <i>Stearibia nigriceps</i> ( <b>Anonyme, 2018c</b> ).....	21
<b>Figure 12:</b> Quelques espèces de Phoridae. A - <i>Conicera tibialis</i> . B - <i>Triphleba hyalinata</i> ( <b>Anonyme, 2018c</b> ).....	21
<b>Figure 13</b> :Vue dorsale de la morphologie générale d'un insecte appartenant à l'ordre des Coléoptères ( <b>Anonyme, 2018d</b> ).....	22
<b>Figure 14:</b> Différentes formes de larves de Coléoptères nécrophages. A – Larve de Staphylinidae. B – Larve de Cleridae. C – Larve de Dermestidae. D – Larve de Histeridae ( <b>Anonyme, 2018d</b> ) .....	23
<b>Figure 15</b> : Quelques espèces de Silphidae. AC– <i>Nicrophorushumator</i> . AD – <i>Tanatophilus sinuatus</i> ( <b>Koffi A, 2018</b> ).....	23
<b>Figure 16:</b> Quelques espèces de Dermestidae. A – <i>Dermestes maculatus</i> . B – <i>Anthrenus fuscus</i> ( <b>Anonyme, 2018d</b> ).....	24
<b>Figure 17</b> :Quelques espèces de Staphylinidae. A – <i>Creophilus maxillosus</i> . B – <i>Philonthus succicola</i> ( <b>Anonyme, 2018d</b> ).....	25
<b>Figure 18:</b> Quelques espèces de Cleridae. A – <i>Necrobia rufipes</i> . B – <i>Corynetes ruficornis</i> ( <b>Anonyme, 2018d</b> ) .....	25
<b>Figure 19</b> : Quelques espèces de Histeridae. A – <i>Margarinitus brunneus</i> . B – <i>Hister unicolor</i> ( <b>Anonyme, 2018d</b> ).....	26
<b>Figure 20</b> : Quelque espèce de Nitidulidae. A – <i>Epuraeamelanocephala</i> . B – <i>Stelidotacoenosa</i> ( <b>Koffi ,2018</b> ).....	26
<b>Figure 21</b> : Geotrupidae.....	27
<b>Figure 22:</b> <i>Lasioderma serricorne</i> ( <b>Fabricius, 1792</b> ).....	27
<b>Figure 23:</b> <i>Nasonia vitripennis</i> . <b>Walker, 1836</b> .....	28
<b>Figure 24</b> : Formicidae ( <b>Sreelakshmi, 2020</b> ).....	28
<b>Figure 25:</b> Lépidoptères S.Ducept.....	29
<b>Figure 26:</b> Lepidoptera Tineidae. Latreille, 1810.....	29
<b>Figure 27:</b> Laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes «Chaabat-Erssas. ( <b>Photo originale</b> ) .....	33

<b>Figure 28:</b> Matériels sur terrain : A : Tube de récolte; B : Lapin recouvert avec CaO; C : Lapins D : une passoire ; E : Cages de disposition; F : Lapin témoin ; G : Les gants ; H : Couteau ; I : Binette ; J : Pinces ; K : Gobelets ; L : Tronçonneuse .....	34
<b>Figure 29 :</b> Matériels sur laboratoire : A : Ordinateur portable ; B : Boite de collection vide ; C : Congélateur ; D : Tube de récolte et polister ; E : Epingle F : Pinces entomologiques G : Thermo-hygromètre ; H : Les gants ; I : Boite de pétri ; J : loupe bino .....	35
<b>Figure 30 :</b> Prise des observations .....	36
<b>Figure 31:</b> Récolte des insectes ( <b>photo originale</b> ).....	36
<b>Figure 32:</b> Pièges Barber ( <b>photo originale</b> ).....	37
<b>Figure 33:</b> Insectes placés dans le congélateur.....	38
<b>Figure 34:</b> épingleage des insectes .....	38
<b>Figure 35 :</b> Répartition relative des Diptères et des Coléoptères sur le cadavre 1 ( <b>non traité</b> ) .....	45
<b>Figure 36:</b> Abondances relatives des Diptères et Coléoptères récoltés sur le cadavre 2 .....	46
<b>Figure 37:</b> Comparaison des fréquences relatives de la faune nécrophages (Diptères et Coléoptères) collectés sur deux les cadavres expérimentaux .....	46
<b>Figure 38:</b> Fréquence relative des familles d'insectes sur le cadavre non traité .....	47
<b>Figure 39:</b> Fréquence relative des familles d'insectes sur le cadavre 2 (traité).....	48
<b>Figure 40:</b> Répartition des principales familles de Diptères sur deux cadavres (traité vs non traité) ..	49
<b>Figure 41:</b> Comparaison des familles de coléoptères entre deux cadavres .....	49
<b>Figure 42:</b> Influence des conditions climatiques (température et humidité) sur l'arrivée des insectes nécrophages .....	50

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1</b> : classification dichotomique (sens vertical) simplifiée des principales familles de Diptères ( <b>Delvare &amp; Albertlenc, 1989</b> ).....	<b>15</b>
<b>Tableau 2</b> : Observations journalières de la décomposition du cadavre 1 (témoin).....	<b>40</b>
<b>Tableau 3</b> : les observations journalières de la décomposition du cadavre .....	<b>42</b>
<b>Tableau 4</b> : Représentation des familles selon les stades de décomposition (Cadavre1).....	<b>44</b>
<b>Tableau 5</b> : Représentation des familles selon les stades de décomposition (Cadavre2).....	<b>44</b>
<b>Tableau 6</b> : Quelques familles des Diptères.....	<b>51</b>
<b>Tableau 7</b> : Quelques familles des Coléoptère.....	<b>52</b>

# **INTRODUCTION**

## INTROCUPTION

Quand un corps humain est découvert, les enquêteurs cherchent à connaître la date et l'heure du décès. Pour cela, la médecine légale utilise certains signes visibles sur le corps, comme la rigidité cadavérique, les taches violacées sur la peau (lividités) ou encore la température rectale. Ces méthodes permettent une estimation assez précise, mais seulement pendant les premières heures ou les premiers jours après la mort.

Après quelques jours, ces signes ne sont plus fiables. À ce stade, la seule méthode qui reste efficace pour estimer le moment du décès est l'entomologie médico-légale. (**Charabidze, 2008**). Lorsqu'un animal meurt, son corps est rapidement colonisé par de nombreux invertébrés, principalement des insectes. Ces derniers ne sont pas présents au hasard : ils remplissent des rôles bien définis selon leur comportement et leur interaction avec le cadavre. Il est donc important de distinguer les différents groupes fonctionnels d'invertébrés que l'on peut rencontrer sur un corps en décomposition (**Wyss & Cherix, 2013**).

Le cadavre représente, pour ces espèces, un substrat nutritif, un lieu de reproduction, un refuge ou encore un territoire temporaire. Toutefois, leur présence évolue au fil des phases de décomposition, car les conditions du cadavre changent avec le temps (**Wyss & Cherix, 2006**).

Des recherches ont été menées dans plusieurs régions du monde pour identifier les espèces nécrophages locales et comprendre les modèles de succession entomologique, A ce titre nous pouvons citer ceux qui se sont intéressé à leur systématique et leur écologie (**Hanski, 1989, Hocking et al., 2007, Zhantev, 2008, Rosenbaum et al., 2016**), à la bioécologie et le développement de cet ordre (**Merrick et Smith, 2004, Menezes et al., 2005, Midgley et Villet, 2009, Velásquez et Viloria, 2009, Woodcock et al., 2013, Charabidze et al., 2015**).

Ces données sont essentielles pour appliquer correctement l'entomologie médico-légale selon les conditions géographiques et climatiques locales (**Tabor et al., 2005**). En Algérie, les travaux traitant l'entomologie médico-légale sont très récents et fragmentaires et concernent principalement les Diptères. Nous pouvons citer ceux de **Bensaada et al. (2014)** et **Bouleknafet et al. (2015)**. **Moualkia, A. & Berguelah, H. (2023)**. Insectes nécrophages sur cadavre suspendu. Mémoire de Master, Université de Guelma. D'autres travaux relèvent d'une initiation dans cette discipline (**Benmira, 2010, Ramdane, 2011, Nia 2012, Djeghar et**

**Roubhi, 2013, Bouchehit, 2014, Guerroudj, 2017., Benmira 2018., Meskaldji et Abed, 2018., Azara., 2019., Aouachria et Ferak, 2020., Moualkia & Berguelah, 2023., Feghrour, 2024).**

Dans la présente étude, nous avons consacré deux lapins, le premier cadavre du lapin a été utilisé comme témoin, le deuxième a été recouvert avec de la chaux vive (CaO). Son utilisation peut influencer les processus de décomposition en modifiant les conditions physico-chimiques du sol, notamment le pH, et ainsi perturber la colonisation entomologique. Ces effets doivent être pris en compte dans toute estimation du délai post-mortem en contexte médico-légal. Selon **Bourel et al. (2004)**, l'application de chaux sur des cadavres peut ralentir significativement la décomposition et affecter le développement des insectes nécrophages au cours des premiers mois suivant l'ensevelissement. Le but de ce travail est de comparer la décomposition d'un cadavre de lapin exposé à l'air libre (témoins) avec celle d'un autre cadavre recouvert de chaux, afin de voir : S'il y a une différence dans la vitesse de décomposition entre les deux cadavres. Quels insectes nécrophages apparaissent sur chaque cadavre ?, et à quel moment? Si la chaux empêche ou retarde l'arrivée des principaux insectes nécrophages, notamment les Diptères et les Coléoptères ?

Dans le cadre de notre travail, les hypothèses suivantes ont été vérifiées :

- Les insectes nécrophages qui colonisent un cadavre exposé à l'air libre sont plus nombreux et diversifiés que ceux qui colonisent un cadavre recouvert de chaux.
- Les principales espèces de Diptères et de Coléoptères nécrophages présentes sur un cadavre non traité ne sont pas exactement les mêmes que celles retrouvées sur un cadavre recouvert de chaux.
- L'utilisation de la chaux pourrait modifier la composition des espèces présentes.

La chaux ralentit la vitesse de décomposition du cadavre et retarde l'arrivée des insectes nécrophages, en particulier des Diptères, qui sont généralement les premiers colonisateurs.

La première partie présente les notions générales de l'entomologie médico-légale, un aperçu des principales familles d'insectes impliquées, ainsi que les principaux facteurs influençant la décomposition des cadavres.

La deuxième partie présente le site expérimental, les outils utilisés, ainsi que les étapes suivies pour l'étude. Il détaille le protocole de décomposition mis en place, les méthodes de collecte et d'identification des insectes nécrophages, ainsi que les analyses statistiques appliquées aux données recueillies.

La troisième partie expose les principaux résultats obtenus suivis de la discussion. Une conclusion et des perspectives mettent fin à ce travail

# **CHAPITRE 1 :**

## **LA RECHERCHE**

## **BIBLIOGRAPHI**

## **1. L'entomologie médico-légale**

### **1.1 Définition**

L'entomologie médico-légale est une discipline scientifique qui étudie les insectes et autres arthropodes dans un contexte judiciaire pour éclaircir des enquêtes criminelles. Elle s'appuie sur la faune nécrophage, notamment les mouches Calliphoridae et les coléoptères Silphidae, dont les cycles de développement permettent d'estimer précisément l'intervalle post-mortem (IPM) (**Byrd & Castner, 2010**). En explorant les interactions entre ces organismes et les tissus en décomposition, elle apporte des données clés à la criminalistique (**Frederickx et al., 2011 ; Charabidzé, 2012**).

### **1.2 Historique**

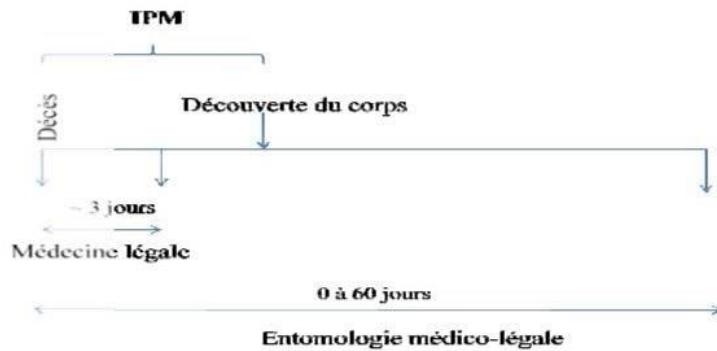
L'usage des insectes en criminalistique trouve ses origines au XIII<sup>e</sup> siècle en Chine, où Sung Tz'u identifia un meurtrier grâce à des mouches attirées par une faux ensanglantée, un cas relaté dans *Washing Away of Wrongs* (**Byrd & Castner, 2010**). En Europe, c'est en 1850 que Bergeret réalise la première analyse médico-légale moderne en estimant l'âge d'un cadavre à partir des insectes (**Benecke, 2001**). Quelques décennies plus tard, Jean-Pierre Mégnin pose les fondations de la discipline en décrivant huit vagues successives d'insectes dans *La Faune des Cadavres* (**Frederickx et al., 2011**).

Le XX<sup>e</sup> siècle voit une progression lente, freinée par le manque de spécialistes, jusqu'à un essor dans les années 1980 avec l'adoption de protocoles standardisés (**Charabidzé, 2012**). En 2002, la création de l'European Association for Forensic Entomology (EAFE) marque une structuration internationale (**Benecke, 2002**).

En Algérie, la discipline émerge en 2010 avec l'ouverture du laboratoire de l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie (INCC/GN) à Bouchaoui, Alger. Dès 2011, ce centre traite plus de 200 affaires, affinant l'IPM là où les méthodes classiques échouent, bien que son intégration judiciaire reste limitée par un déficit de formation et de sensibilisation (**Meskaldji & Abed, 2018**).

## **2. Intérêts de l'entomologie médico-légale**

### **2.1 Estimation de l'intervalle post-mortem (IPM)**



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

L’entomologie médico-légale excelle dans l’estimation de l’IPM en analysant la succession des insectes sur un cadavre, une approche essentielle lorsque les techniques thanatologiques perdent en précision après 48 heures (Cruise *et al.*, 2018 ; Goff, 1993 ; Villet & Amendt, 2011).

## 2.2 Rôle dans les enquêtes criminelles

L’étude des insectes révèle des indices sur la cause du décès, comme des traces de toxines ou de drogues dans les tissus infestés (Di Luise *et al.*, 2008 ; Merritt & Wallace, 2001), ou suggère un déplacement post-mortem du corps par la présence d’espèces inhabituelles (Chen *et al.*, 2014).

## 2.3 Influence des facteurs environnementaux

La succession entomologique varie selon la température, l’humidité ou l’action des charognards, exigeant des études régionales spécifiques (Charabidzé, 2012 ; Gill, 2005 ; Matuszewski *et al.*, 2008).

## 2.4 Contribution à la recherche scientifique

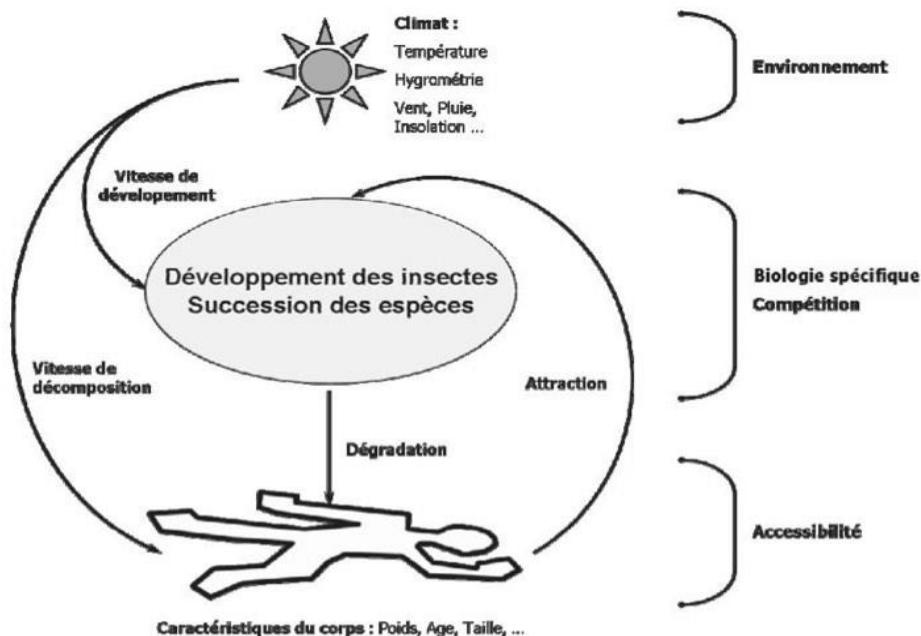
Cette discipline enrichit la connaissance des écosystèmes cadavériques et de la biodiversité nécrophage (Matuszewski *et al.*, 2019), tout en soutenant des modèles expérimentaux de décomposition, souvent basés sur des carcasses animales (Anderson, 2001 ; Schoenly *et al.*, 2007).

## 3. Décomposition cadavérique et interaction du cadavre avec son milieu

### 3.1 Définition et processus biologiques de la mort

La mort se caractérise par l'arrêt irréversible des fonctions vitales (cœur, poumons, cerveau), bien que certaines activités métaboliques persistent temporairement (**Sapanet, 2020**). Cet arrêt initie les processus post-mortem, transformant le corps en un substrat pour les organismes décomposeurs et marquant le début de l'IPM, un phénomène clé en entomologie médico-légale (**Charabidzé, 2012**).

### 3.2 Le cadavre autant qu'écosystème



**Figure 2 :** Schéma des différents constituants de l'écosystème « cadavre ». (**Charabidze, 2008**)

Comme écosystème temporaire Après la mort, le cadavre devient un écosystème éphémère riche en nutriments, attirant dès les premières heures des insectes nécrophages comme les Calliphoridae (**Smith, 1986 ; Anderson, 2001**). Ces organismes exploitent ce micro-habitat pour se nourrir, pondre ou s'abriter, suivant une dynamique écologique prévisible (**Wyss & Chérix, 2006 ; Bouteldja & Lakhlef, 2023**). Ces interactions, détaillées plus loin, soulignent le rôle du corps dans les cycles de décomposition.

### 3.3 Les modifications post-mortem d'un corps sans vie

Biologiquement, la mort marque le début des processus de décomposition par une cessation progressive de l'activité métabolique dans les organes (**Dr Michel Sapanet, 2020**). Ces changements, évoluant en phases superposées, influencent directement la colonisation par les insectes nécrophages (**Campobasso *et al.*, 2001**). La vitesse et la nature de ces transformations dépendent de facteurs environnementaux comme la température, l'humidité et

l'exposition du corps (à l'air libre, enterré ou immergé), qui modulent l'attractivité pour les insectes nécrophages (**Magni et al., 2021**).

Ces facteurs orchestrent une succession chronologique en huit vagues ou “escouades” d'arthropodes, bien que leur ordre puisse varier selon les conditions climatiques locales (**Gaudry et al., 2007**).

### **3.3.1 Refroidissement du corps (Algor Mortis)**

D'abord, lorsque la mort survient, il y a une cessation des fonctions cardio-respiratoires : le cœur cesse de battre, entraînant l'arrêt de la circulation sanguine. Ce processus conduit progressivement à un refroidissement du corps dans l'espace d'environ 24 heures. La température corporelle s'équilibre avec celle du milieu ambiant (**Dr Michel Sapanet, 2020**).

La perte de chaleur suit un gradient d'environ 0,8 à 1 °C par heure dans des conditions standards, variant selon la corpulence et les vêtements, ce qui influence également la production précoce de composés volatils attractifs (**Madea et al., 2021**).

Cette phase voit l'arrivée de la première escouade, composée de Calliphoridae (*Calliphora vomitoria*, *C. vicina*) et Muscidae (*Musca domestica*), attirées par des composés volatils précoces avant que les odeurs ne soient perceptibles par l'homme (**Gaudry et al., 2007**).

### **3.3.2 Rigidité cadavérique (Rigor Mortis)**

Les tissus musculaires post-mortem subissent un durcissement progressif, caractérisé par une rigidité (rigor mortis) croissante due à l'accumulation de calcium. Cette rigidité débute généralement au niveau de la nuque, des paupières et de la mâchoire, puis se propage progressivement à l'ensemble du corps sur une période d'environ 12 heures. Elle persiste pendant environ deux jours, puis les fibres musculaires relâchent progressivement le calcium, entraînant la disparition progressive de la rigidité à partir de 36 heures. Deux jours après la mort, le corps est de nouveau souple (**Dr Michel Sapanet, 2020**).

Durant cette rigidité, la première escouade (*Calliphora* spp.) reste active, tandis que la deuxième escouade (*Lucilia sericata*, *L. caesar*) commence à apparaître avec les premiers signes de décomposition (**Gaudry et al., 2007**).

### **3.3.3 Lividités cadavériques (Livor Mortis)**

Lors de cette période, la circulation sanguine cesse, entraînant une stase sanguine et l'accumulation de sang dans les parties basses du corps. Ce phénomène, appelé lividité

cadavérique, se caractérise par une coloration bleuâtre ou pourpre de la peau due à l'hémoglobine. Environ douze heures après le décès, les lividités deviennent fixes en raison de la coagulation sanguine et de la fixation des pigments, même en cas de déplacement du corps (**Dr Michel Sapanet, 2020**).

Avant fixation, une pression sur ces zones peut déplacer le sang, mais après 12 à 24 heures, elles deviennent irréversibles, indiquant la position initiale du corps (**Sharma et al., 2020**).

Ces zones attirent la première escouade (*Calliphora vicina*), puis la deuxième escouade avec les *Sarcophagidae* larvipares (*Sarcophaga argyrostoma*), dont les larves exploitent immédiatement les tissus (**Gaudry et al., 2007**).

### **3.3.4 Déshydratation**

Elle est difficile à évaluer car elle dépend de divers paramètres comme la température extérieure et l'hygrométrie (**Alix Marchal, 2010**). La déshydratation marque rapidement tout le corps. On estime la perte de masse corporelle à environ un kilogramme par jour (**Koffi Alexandre Franklin, 2018, tiré de Ludes et al., 2003**). Dans des climats arides, cette déshydratation peut entraîner une momification partielle, concentrant les sels et modifiant le pH des tissus, ce qui attire les coléoptères spécialisés (**Magni et al., 2021**).

### **3.3.5 Autolyse et Putréfaction L'autolyse (autodigestion)**

Débute environ 4 minutes après le décès et entraîne la destruction des membranes cellulaires (**Dr Michel Sapanet, 2020**). Les composés volatils comme le diméthylsulfure, libérés dès les premières heures, sont détectés par des espèces comme *Lucilia sericata*, marquant le début de la colonisation entomologique (**Frederickx et al., 2019**). Après 48 heures, la putréfaction s'intensifie avec la prolifération bactérienne, entraînant la distension abdominale et la libération de gaz nauséabonds (**Dr Michel Sapanet, 2020**). L'acide butyrique marque cette phase, attirant les *Sarcophagidae* (**Gaudry et al., 2007**).

### **3.3.6 Squelettisation**

La squelettisation survient lorsque la décomposition atteint un stade où il ne reste plus que le squelette, les dents et, dans certains cas, des fragments de cartilage, généralement après une période de 8 à 12 mois dans des conditions tempérées (Anderson, 2001). À ce moment, les tissus mous ont été presque entièrement consommés par les insectes et les micro-organismes, laissant les os exposés à l'environnement (**Tomberlin et al., 2020**). Dans les climats chauds et secs, comme certaines régions algériennes, ce processus peut être plus rapide, les tissus se

desséchant avant leur disparition complète (**Khelifi, 2019**). Au fil des années, les oiseux-mêmes subissent des changements : après environ 30 à 50 ans, ils peuvent commencer à se fragiliser, bien que dans des conditions très sèches ou isolées (grottes, sable), ils restent intacts pendant des siècles, voire des millénaires (**Swift et al., 1979**). Une étude à l’Université Mentouri a observé que dans les sols semi-arides, les os peuvent conserver des traces de cartilage pendant plus longtemps en raison d’une faible humidité et d’une activité bactérienne réduite (**Benabbas, 2020**). Cependant, dans les environnements humides, les os se dégradent plus vite, devenant poreux et friables sous l’effet de l’eau et des organismes du sol (**Mann et al., 1990**). Ce stade ne marque pas une fin nette, car la squelettisation s’inscrit dans un continuum de décomposition où les frontières entre les phases précédentes (putréfaction, dégonflement) et suivantes ne sont pas clairement définies (**Campobasso et al., 2001**). Les os exposés peuvent encore servir d’abri ou de support pour des organismes comme les mousses ou les petits invertébrés, prolongeant leur rôle écologique (**Barton et al., 2019**). Selon les conditions, l’odeur résiduelle, semblable à celle du cuir séché, peut persister faiblement, bien que la plupart des gaz et fluides aient disparu depuis longtemps (**Payne, 1965**). Ainsi, la squelettisation reflète une transition progressive du corps vers une forme durable intégrée au milieu naturel.

### **3.4 Interaction avec la faune édaphique**

La décomposition d’un cadavre en milieu terrestre engendre une transformation profonde de la faune édaphique, regroupant bactéries, nématodes, acariens, collemboles et enchytréides (**Carter et al., 2007**). Lors de la putréfaction, les fluides riches en azote, carbone, phosphore et potassium s’écoulent dans le sol, créant une zone bioactive appelée “Centre de Diversité des Invertébrés” (CDI), qui agit comme un hotspot écologique temporaire (**Towne, 2000**). Cet afflux stimule la biomasse microbienne, notamment les bactéries décompositrices comme *Pseudomonas fluorescens* et *Bacillus subtilis*, capables de produire des protéases et lipases pour dégrader les tissus organiques en peptides et acides gras assimilables (**Hopkins et al., 2000**). Cette prolifération bactérienne attire les nématodes bactérophages, tels que les Rhabditidae, dont la densité peut tripler en quelques semaines, modifiant l’équilibre trophique du sol (**Bornemissza, 1957**). Les arthropodes édaphiques jouent également un rôle clé : les collemboles (*Folsomia candida*) fragmentent les débris organiques en particules fines, tandis que les acariens oribates (Oribatida) excrètent des enzymes qui accélèrent la minéralisation (**Wallwork, 1970**). Une étude menée à l’Université Mentouri a révélé que les enchytréides, en augmentant la porosité des sols argileux méditerranéens, favorisent l’infiltration des fluides et

la dispersion des nutriments, un phénomène particulièrement notable dans les sols à faible drainage (**Boukhalkhal, 2018**). Ces interactions entraînent des changements chimiques significatifs : l'azote ammoniacal libéré abaisse le pH sur une profondeur de 10 à 30 cm, créant un microenvironnement acide temporaire qui inhibe certaines espèces sensibles mais favorise les bactéries acidophiles (**Carter et al., 2010**). Des recherches récentes montrent que ces perturbations peuvent persister jusqu'à deux ans, voire plus dans les climats froids ou humides où la décomposition est ralentie, affectant les communautés édaphiques sur un rayon de 3 à 5 mètres autour du cadavre (**Barton et al., 2019**). Par exemple, dans les sols forestiers riches en matière organique, l'impact est plus durable qu'en prairie en raison de la rétention accrue des nutriments (**Frouz et Jílková, 2008**). Les vers de terre (*Lumbricus terrestris*), bien que moins étudiés dans ce contexte, participent activement à la bioturbation, transportant les éléments nutritifs vers les horizons profonds et réduisant la compaction du sol (**Frouz et Jílková, 2008**). Ce processus améliore la structure pédologique et facilite la recolonisation par d'autres organismes édaphiques, démontrant l'interdépendance entre la décomposition cadavérique et la dynamique du sol (**Bornemissza, 1957**). Ainsi, la faune édaphique agit comme un moteur essentiel du recyclage écologique, transformant une perturbation locale en une opportunité de régénération.

### 3.5 Interaction avec la flore

L'impact d'un cadavre en décomposition sur la flore environnante est complexe, oscillant entre une phytotoxicité immédiate et une fertilisation à long terme. Dans les premiers stades, les fluides putrides, riches en azote ammoniacal et en composés organiques volatils (COV) comme la triméthylamine et le sulfure de diméthyle, provoquent une nécrose rapide des plantes adjacentes (**Carter et al., 2007**). Cette toxicité affecte particulièrement les graminées et herbacées sensibles, l'ammoniac pénétrant les stomates et altérant les chloroplastes, ce qui bloque la photosynthèse et entraîne une décoloration foliaire (**Towne, 2000**). Simultanément, l'accumulation de matière organique en décomposition réduit la disponibilité en oxygène dans le sol, provoquant une asphyxie racinaire qui peut tuer les plantes dans un rayon de 1 à 2 mètres, surtout dans les sols gorgés d'eau (**Swift et al., 1979**). À mesure que la décomposition avance, les tissus libérés enrichissent le sol en nutriments, notamment azote, phosphore et potassium, stimulant la croissance d'espèces opportunistes comme les poacées (*Poa annua*) et les légumineuses (*Trifolium repens*) (**Barton et al., 2016**). Une thèse de doctorat à l'Université Mentouri a démontré qu'en milieu semi-aride algérien, cette fertilisation déclenche une succession végétale accélérée : les herbacées cèdent la place à des arbustes

pionniers comme Tamarix en moins de trois ans, augmentant la biodiversité locale (**Benabbas, 2020**). Ce phénomène, connu sous le nom d’“îlot de fertilité”, peut accroître la productivité primaire sur plusieurs saisons, particulièrement dans les sols pauvres où les apports nutritifs sont rares (**Danell et al., 2002**). De plus, les larves d’insectes nécrophages, en excrétant des antibiotiques pour limiter la concurrence bactérienne, influencent la microflore du sol, ce qui modifie indirectement la composition floristique en favorisant les espèces tolérantes aux changements microbiens (**Dekeirsschieter et al., 2011**). Par ailleurs, certains COV émis, comme le benzaldéhyde et l’éthylmercaptan, attirent des plantes carnivores telles que Sarracenia, qui exploitent les insectes attirés par le cadavre, suggérant une coévolution entre flore spécialisée et décomposition (Jürgens et Shuttleworth, 2015). Dans les prairies tempérées, cette interaction peut également inhiber temporairement les espèces ligneuses au profit des herbacées, modifiant la dynamique de la végétation sur une échelle locale (**Towne, 2000**). Ainsi, le cadavre agit comme un agent à double tranchant, détruisant d’abord puis régénérant la flore selon des gradients temporels et spatiaux précis.

### 3.6 Mécanismes d’installation et de digestion par les insectes nécrophages

Les insectes nécrophages, tels que les diptères (*Calliphora vicina*, *Lucilia sericata*) et les coléoptères (*Nicrophorus vespilloides*, *Dermestes maculatus*), jouent un rôle central dans la décomposition grâce à des mécanismes d’installation et de digestion hautement spécialisés (**Anderson, 2001**). Leur colonisation débute immédiatement après la mort, guidée par les composés organiques volatils (COV) comme le diméthyltrisulfide, le phénol et l’indole, détectés par leurs récepteurs olfactifs à des kilomètres (**Leclercq, 1978**). Les femelles diptères pondent entre 150 et 300 œufs dans les orifices naturels ou les plaies, où l’humidité et la chaleur accélèrent l’éclosion en 12 à 24 heures, formant des agrégats larvaires denses (**Smith, 1986**). Ces larves, dotées de crochets buccaux, déchiquettent les tissus mous et sécrètent des enzymes extracellulaires – trypsine, chymotrypsine, lipases – qui liquéfient la matière organique en une soupe nutritive assimilable (**Dekeirsschieter et al., 2012**). Dans les stades avancés, les coléoptères interviennent : les Nicrophorus enfouissent parfois le cadavre pour monopoliser la ressource, tandis que les Dermestes digèrent la kératine des tissus secs grâce à des enzymes spécifiques (**Payne et King, 1970**). Une étude de master à l’Université Mentouri a montré qu’en climat chaud, comme dans les régions algériennes, les bactéries symbiotiques (*Enterococcus faecalis*, *Clostridium perfringens*) portées par ces insectes doublent la vitesse de dégradation des protéines en produisant des exoenzymes complémentaires (**Khelifi, 2019**). Ces symbiotes renforcent l’efficacité digestive, permettant une décomposition rapide même

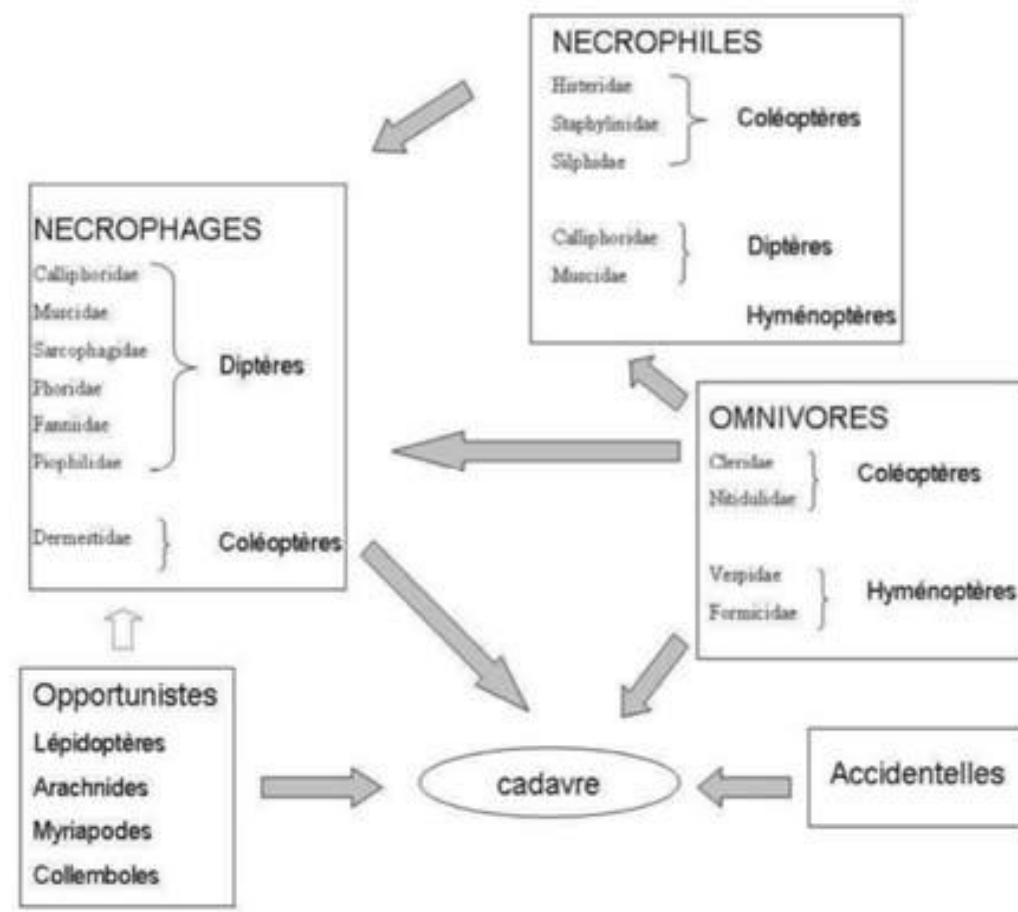
sous des températures élevées (**Tomberlin et al., 2020**). La compétition intraspécifique entre larves de diptères pour l'espace et la nourriture régule leur densité : dans les petits cadavres, la surpopulation ralentit le processus, tandis que dans les grands, elle l'accélère (**Woodcock et al., 2002**). La compétition interspécifique entre diptères et coléoptères façonne également la succession : les premiers dominent les stades humides, les seconds les stades secs (**DeVault et al., 2003**). Par ailleurs, des prédateurs comme les Staphylinidae exploitent ces larves, ajoutant une couche trophique qui complexifie l'écosystème cadavérique (**Wyss et Chérix, 2006**). Dans certains cas, les larves elles-mêmes deviennent prédatrices, comme celles de *Lucilia*, qui consomment des larves concurrentes en cas de surdensité (Leclercq, 1978). Ces mécanismes illustrent une coordination écologique où chaque espèce optimise son rôle dans le recyclage de la matière organique.

#### **4. L'entomofaune impliquée dans le processus de la colonisation d'un cadavre**

Au sein de nos écosystèmes terrestres tempérés, parmi les animaux consommateurs, les insectes nécrophages sont les plus spécialisés. Associés aux décomposeurs, ils participent à la minéralisation des matières organiques. Leur rôle est donc primordial au sein des écosystèmes terrestres où ils remplissent la fonction "d'éboueurs entomologiques" (**Leclercq et Verstraeten, 1992; Marchenko, 2001**).

##### **4.1 Groupes écologiques**

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**). En fonction de leurs caractéristiques écologiques, on distingue quatre groupes écologiques autour d'un cadavre (**Leclercq, 1978; Smith, 1986; Wyss et Chérix, 2006**). Ces insectes sont attirés par les odeurs qui sont émises lors de la décomposition du corps (**Dekeirsschieter et al., 2012; Rivers et Dahlem, 2014 ; Minchilli, 2020**).



**Figure 3** :Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre (**adapté de Arnaldos et al., 2005**)

#### 4.1.1 Les insectes 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). Se nourrissent directement du cadavre, des tissus cadavériques et des liquides de décomposition : les Diptères et les Coléoptères (Dekeirsschieter *et al.*, 2014).

#### 4.1.2 Les insectes nécrophiles

Sont prédateurs ou parasites des espèces nécrophages, principalement des larves et des pupes de Diptères. On rencontre régulièrement des Coléoptères (Silphidae, Histeridae, Staphylinidae), des Diptères (Calliphoridae et Stratiomyidae) ainsi que des Hyménoptères

(Campobasso *et al.* 2001, Wyss et Cherix 2006). Les larves de certains Diptères peuvent devenir prédatrices à partir d'un certain stade de développement. Par exemple les larves de stade III appartenant au genre *Muscina* (Diptère, Muscidae) (Gaudry 2002) et de certaines *Chrysomya* (Diptère, Calliphoridae) (Leclercq 1978).

#### 4.1.3 Les insectes omnivores

Se nourrissent tant du cadavre que des espèces dites nécrophages et nécrophiles présentent sur le corps. Les principales espèces omnivores sont généralement des hyménoptères (fourmis et guêpes) ainsi que les coléoptères (Dekeirsschieter *et al.*, 2012).

#### 4.1.4 Les insectes opportunistes

Perçoivent la présence du cadavre comme une extension de leur habitat. (Leclercq et Verstraeten 1992). Elles sont originaires de la végétation environnante ou de la pédofaune et peuvent exceptionnellement être prédateur des espèces nécrophages (Campobasso *et al.* 2001). On y dénombre des collemboles, des araignées, des mille-pattes, des Lépidoptères mais aussi des acariens qui se nourrissent des moisissures et champignons qui peuvent se développer sur le corps en décomposition (Campobasso *et al.* 2001 ; Wyss et Cherix 2006).

#### 4.1.5 Les insectes 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 Haubruege, 2009 in Boukhari et Bouraiou, 2017). Quelques exemples : Coccinellidae, Curculionidae, Melolonthidae (Dekeirsschieter & Haubruege, 2009).

### 4.2 Les espèces nécrophages impliquées dans le processus de colonisation d'un cadavre

**Tableau I** : Classification dichotomique (sens vertical) simplifiée des principales familles de Diptères (**Delvare & Alberlenc, 1989**)

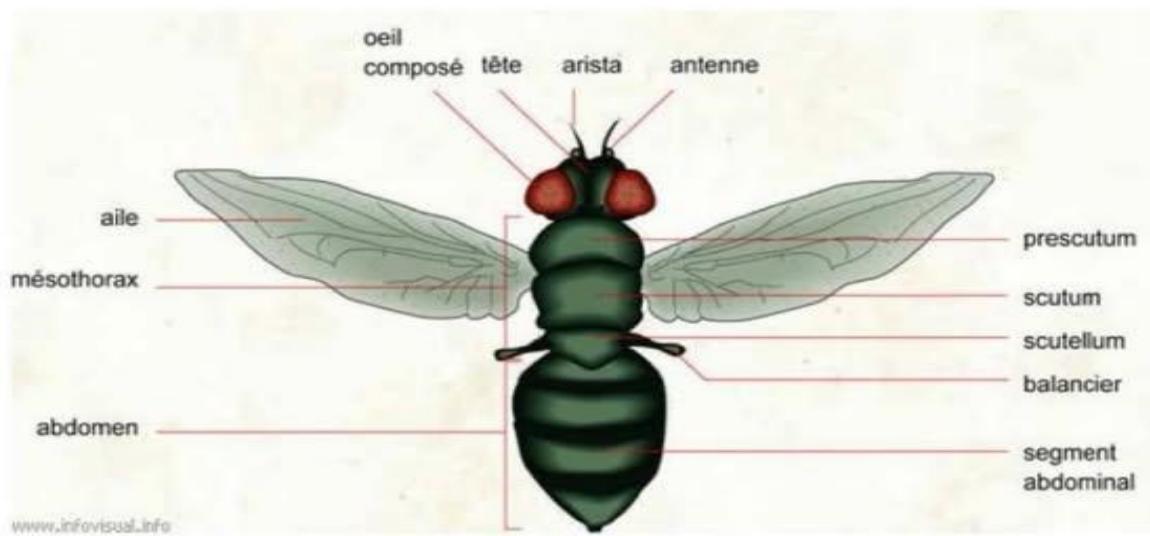
<i>Brachycères Cyclorrhaphes</i>		
<i>Aschizes</i>	<i>Schizophores</i>	
<i>Phoridae</i>	<i>Haplostomates (Acalyptères)</i>	<i>Thecostomates (Calyptères)</i>
	<i>Ephydridoïdes</i> <i>Drosophilidae</i>	<i>Tachinidés Calliphoriens</i>
<i>Syrphidae</i>	<i>Tetanoceroides</i> <i>Piophilidae</i> <i>Sepsidae</i>	<i>Calliphoridae</i> <i>Sarcophagidae</i>
	<i>Scatophagidoïdes</i> <i>Sphaeroceridae</i> <i>Heleomyzidae</i>	<i>Muscidés</i>  <i>Muscinae</i> <i>Anthomyiinae (Fannia)</i>

#### 4.2.1 Les diptères

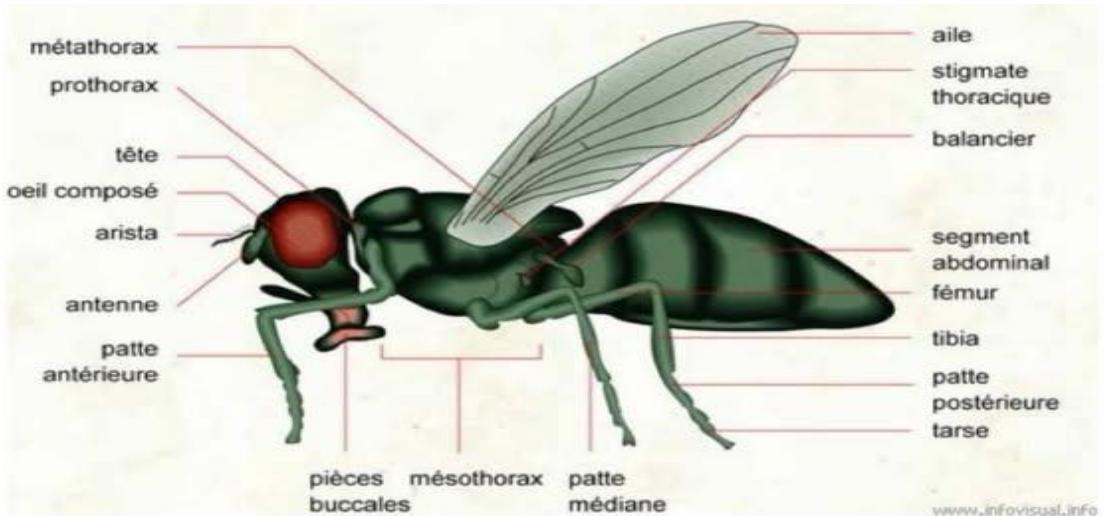
L'ordre des Diptères compte à ce jour, environ 150 000 espèces réparties à travers le monde. Parmi les Diptères, seules les mouches ont aujourd'hui un intérêt en entomologie médico-légale. Les mouches nécrophages sont recensées dans plusieurs familles de Diptères (26 familles sont fréquemment citées dans la littérature), mais seules six familles sont couramment rencontrées sur les cadavres humains y effectuent leur cycle de développement. Il s'agit des Calliphoridae, des Sarcophagidae, des Fanniidae, des Muscidae, des Piophilidae et des *Phoridae*. (**Byrd & Castner, 2001** ; **Wyss & Chérix, 2006**).

##### 4.2.1.1 Morphologie générales des Diptères nécrophages

Les Diptères nécrophages appartiennent au sous-ordre des Brachycères (antennes courtes avec moins de 6 segments) et au groupe des Cyclorrhaphes. Ils sont caractérisés par la présence d'une seule paire d'ailes antérieures, les ailes postérieures étant transformées en balanciers ou haltères. Le mésothorax est très développé, en relation fonctionnelle avec les muscles du vol, tandis que le prothorax et le métathorax ont régressés. Au sein des Diptères, les Brachycères adultes présentent des antennes courtes et trapues à leur base. Les larves sont hémicéphales ou acéphales (capsule céphalique très réduite) et les mandibules sont présents sous forme de crochets mobiles ventraux insérés verticalement. (**Delvare & Alberlenc, 1989**).



**Figure 4 :** Morphologie générale d'une mouche, vue dorsale. (Anonyme, 2018a)

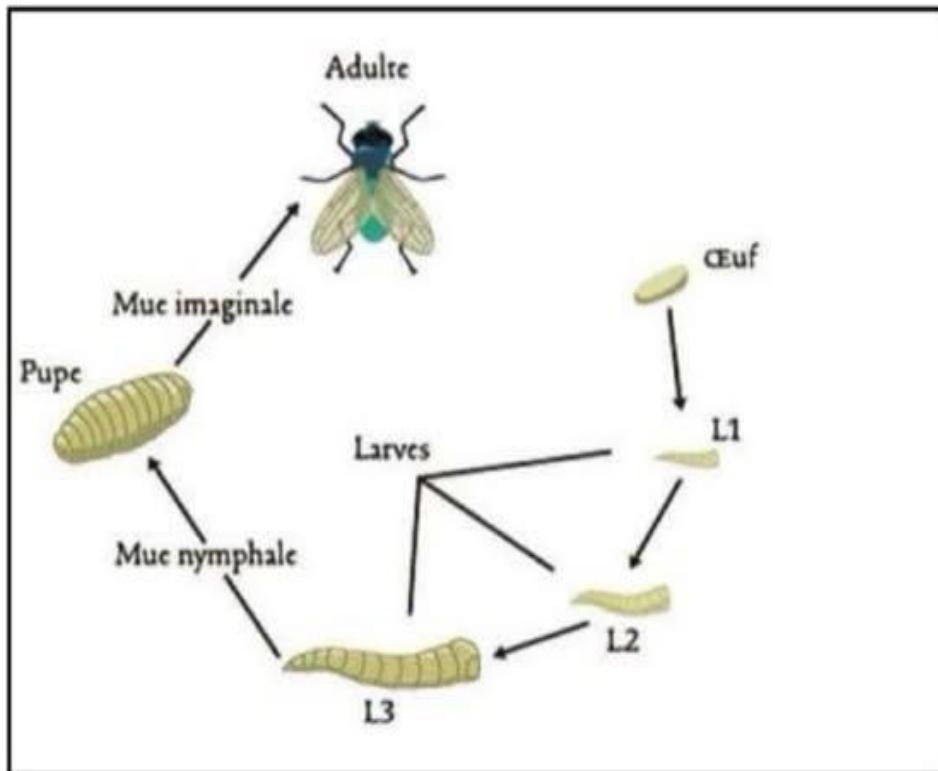


**Figure 5 :** Morphologie générale d'une mouche, vue latérale (Anonyme, 2018a)

#### 4.2.1.2 Biologie des Diptères associés aux cadavres

Les Diptères nécrophages sont des insectes à métamorphose complète (holométabole). La larve est très différente de l'insecte adulte. Contrairement aux espèces appartenant à la famille des Sarcophagidae qui sont larvipares, la plupart des Diptères nécrophages sont **ovipares** (Byrd & Castner, 2001). Durant sa vie éphémère, une mouche femelle peut pondre entre 600 et 2 000 œufs selon les espèces. Ceux-ci sont plus ou moins oblongs (1 à 2 mm de long) et blancs, de forme allongée et ovale. Le cycle de développement s'articule en différentes étapes et transformations. Si la mouche pond partout, les larves et pupes exigent des conditions spécifiques pour se développer. Après un à deux jours, les œufs éclosent et donnent des larves

apodes et acéphales, généralement blanchâtres (asticots). Celles-ci sont très voraces et muent plusieurs fois pendant 9 à 10 jours. La durée de développement de chaque stade est dépendante de la température (fonction linéaire) et est différente pour chaque espèce. (**Wyss & Chérix, 2006**).



**Figure 6 :**Métamorphose complète (holométabole) des diptères (**Boulay , 2015**)

#### 4.2.1.3 Familles de Diptères nécrophages

##### a. Calliphoridae (1100 espèces mondiales)

Sont des mouches de taille moyenne à grande variant de 4 à 16mm. Souvent les adultes sont en partie bleu ou vert métallique. (**Wyss et Cherix, 2006**). On distingue les stades de croissance suivants : l'œuf, les trois stades larvaires (L1, L2, L3) (Figure 6), les larves migrantes (stade prépupal), la pupe (ou nymphe) et enfin l'adulte appelé imago ou insecte parfait. Les Calliphoridae pondent à proximité des orifices naturels (nez, bouche, anus, organes génitaux), dans les plis cutanés, au niveau des plaies, le sang étant un élément très attractif même coagulé. (**Amendt et al., 2004 ; Wyss & Chérix, 2006 ; Gennard, 2007**). Les larves L1 sont incapables de percer la peau et donc ont besoin d'un substrat protéique liquide pour se nourrir. Les larves L2 sont munies de crochets buccaux et peuvent sécréter des enzymes protéolytiques leur permettant de perforer la peau (trous circulaires) et de progresser dans la colonisation du corps. Le troisième stade est le plus actif et se nourrit abondamment

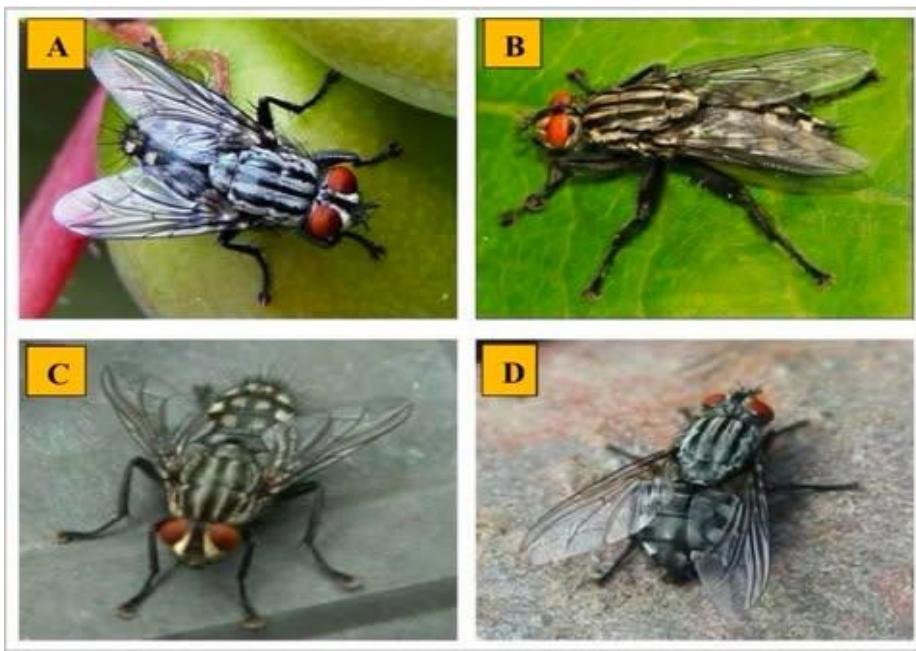
des tissus en décomposition. Après le stade L3, les larves vont cesser de s'alimenter et se disperser en vue de leur métamorphose (**Gomes et al., 2006**). L'arrivée de ces insectes sur le cadavre permet d'estimer un intervalle post-mortem court (**Byrd & Castner, 2001** ; **Wyss & Chérix, 2006**). Selon **Anderson (2001)**, les espèces nécrophages appartenant à cette famille, ont généralement un comportement diurne (ponges en journée) et ne volent pas par temps pluvieux.



**Figure 7 :** Quelques espèces de Calliphoridae. A7-Lucilia sericata. B7Calliphora vicina. C7- Calliphora vomitoria. D7-Chrysomya albiceps (**Anonyme, 2018c**)

#### **b. Sarcophagidae (2600 espèces mondiales)**

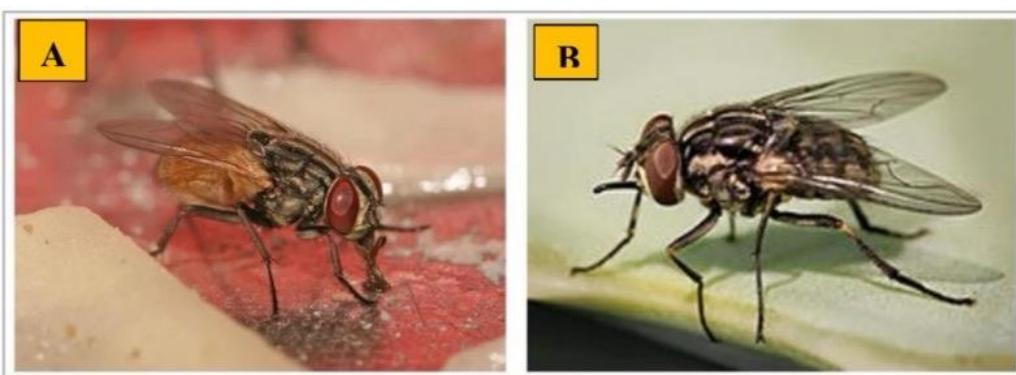
Les *Sarcophagidae* sont des mouches assez robustes et relativement grandes dont la taille des adultes varie de 3 à 22mm de longueur. La plupart des espèces sont grises, voire gris noir, mais on trouve aussi des espèces gris-jaune ou entièrement noires. Parfois luisantes mais pas d'espèces avec des reflets métalliques bleu ou vert (**Wyss et Cherix, 2006**). Les larves de la famille des *Sarcophagidae* se caractérisent par une forme de tonneau avec leurs stigmates postérieurs coulés dans un creux (**Zehner et al., 2004 in Gennard, 2007**).



**Figure 8 :** Quelques espèces de Sarcophagidae. A8-Sarcophaga carnaria. B8- Sarcophaga africa. C8-Sarcophaga argyrostoma. D8-Sarcophaga tibialis (**Anonyme, 2018c**).

#### c. Muscidae (4000 espèces mondiales)

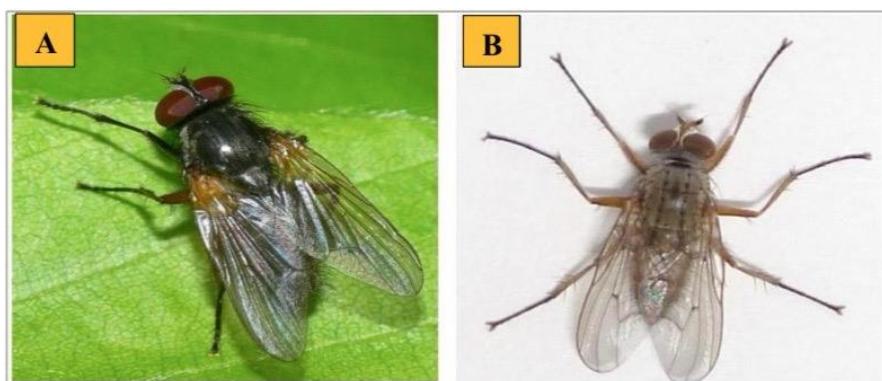
Ce sont des mouches de taille petite à grande (entre 2 et 18mm), les adultes sont d'un gris foncé et très rarement avec une coloration métallique. Selon les espèces (**Wyss et Cherix, 2014**). Ces mouches appartiennent à une grande famille qui a une distribution cosmopolite, avec plus 4000 espèces dans le monde, de nombreuses espèces sont omniprésentes et synantrophique (**Byrd et Castner, 2010**). Les larves de Muscidés 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**).



**Figure 9:** Quelques espèces de Muscidae. A9-Musca domestica. B9-Stomoxys calcitrans (**Anonyme, 2018c**)

#### **d. Fanniidae (270 espèces mondiales)**

Sont des mouches de petite taille 4 à 9mm, caractérisé par une nervation alaire bien particulière (**Wyss et Cherix, 2006**). Elles sont grises foncée à noire parfois avec une tache jaune sur l'abdomen, se nourrissant de matière organique en décomposition. Quelques espèces sont nécrophages et se développent sur des cadavres humains et animaux. (**Wyss et Cherix, 2014**).



**Figure 10:** Quelques espèces de Fanniidae. A10- *Fannia lustrator*. B 10-*Fannia canicularis* (**Anonyme, 2018c**)

#### **e. Piophilidae (75 espèces mondiales)**

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**). 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 associé avec les sources alimentaires riches en protéines (**Castner *et al.*, 1995 ;Khanti et Debbah, 2020**).



**Figure 11:** Quelques espèces de Piophilidae. A 11- *Piophila casei*. B 11- *Stearibia nigriceps* (Anonyme, 2018c)

**f. Phoridae (3000 espèces mondiales)**

Ce sont de petites mouches 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). Six 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).



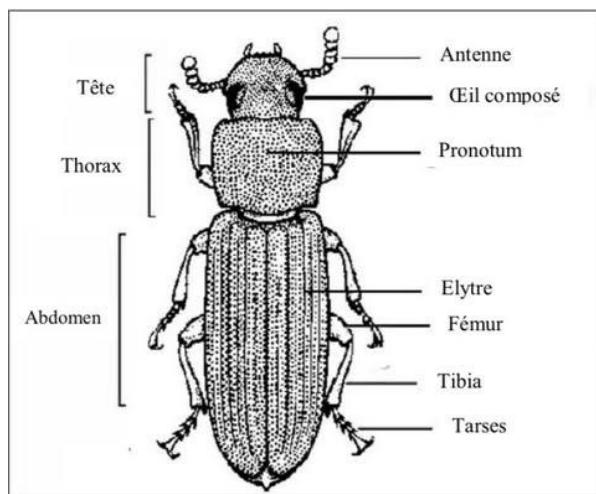
**Figure 12:** Quelques espèces de Phoridae. A12-Conicera tibialis. B12 - *Triphleba hyalinata* (Anonyme, 2018c)

#### 4.2.2 Les Coléoptères

##### 4.2.2.1 Morphologie générale des Coléoptères

L’ordre des Coléoptères est l’ordre des insectes le plus important en nombre d’espèces (avec environ 370 000 décrites au monde). On les trouve pratiquement sur tous les continents. Les coléoptères sont caractérisés par un exosquelette particulièrement dur. Cette structure constitue également la première paire d’ailes (élytres). L’anatomie générale est assez uniforme à travers l’ordre, bien que les organes et les appendices puissent varier considérablement en apparence. Comme tous les insectes, leur corps est divisé en trois sections: la tête, le thorax et l’abdomen, la tête est largement scléritifiée et varie en taille. Les pièces buccales sont de type broyeuse et elles se retrouvent à l’avant de la tête. Les yeux sont composés et très variable d’une famille à l’autre. Les antennes sont les organes principaux pour l’odorat ; on retrouve plusieurs types d’antennes, les principales sont : filiforme, moniliforme, capitiforme, claviforme, styliforme, serriforme, pectiniforme, lamelliforme, et flabelliforme (Gilliott, 1995). Le thorax est segmenté en deux parties distinctes : le pro et le ptérathorax. Le ptérathorax comprend le mésothorax et le métathorax fusionnés. C'est également la partie du

corps à laquelle les trois paires de pattes sont attachées. Les pattes sont composées de plusieurs segments : coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse. Ce dernier est segmenté généralement en deux ou cinq articles. À l'extrémité, on retrouve des griffes, généralement une paire. Les pattes servent principalement pour la locomotion et elles peuvent être de différentes formes. Les ailes antérieures, appelées élytres, sont connectées au ptérathorax. Elles sont épaisses et opaques. Les élytres ne sont pas utilisés lors du vol. Au repos, ils couvrent et protègent les ailes postérieures, qui sont membraneuses et plus fragiles (**Powell, 2009**). L'abdomen qui est postérieur au thorax, est la partie derrière le métathorax et est composé d'une série d'anneaux. Ces segments possèdent une série de petits trous, appelés stigmates, qui permettent à l'insecte de respirer (**Arnett et al., 2002**).



**Figure 13 :**Vue dorsale de la morphologie générale d'un insecte appartenant à l'ordre des Coléoptères (**Anonyme, 2018d**)

#### 4.2.2.2 Biologie des Coléoptères associés aux cadavres

Comme chez les Coléoptères adultes, les larves sont très variées en apparence. C'est généralement au stade de larve que l'insecte s'alimente le plus. Une fois sortie de l'œuf, elles ont tendance à être très voraces. La période larvaire est très variable selon les espèces et les conditions environnementales présentes (**Gilliott, 1995**). Pour compléter leur développement, les larves de Coléoptères passent par plusieurs mues. Chez la plupart des espèces, la larve gagne en poids et en taille au cours de sa croissance. C'est ce qu'on appelle une métamorphose du type holométabole (**Eiseman & Charney, 2010**).



**Figure 14:** Différentes formes de larves de Coléoptères nécrophages. A14-Larve de Staphylinidae. B14-Larve de Cleridae. C14- Larve de Dermestidae. D 14- Larve de Histeridae (Anonyme, 2018d)

#### 4.2.2.3 Familles de Coléoptères nécrophages

##### a. Silphidae (139 espèces mondiales)

Ce sont des coléoptères utiles des écosystèmes forestiers et agricoles. En effet, ils interviennent dans les cycles du carbone et de l'azote en se nourrissant de cadavres. Ils participent ainsi, avec les microorganismes et les champignons, à la transformation des matières inertes mortes en matières humiques (Wyss et Cherix, 2006). 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).



**Figure 15 :** Quelques espèces de Silphidae. AC15- *Nicrophorus humator*. AD 15-*Tanatophilus sinuatus* (Koffi A, 2018)

### b. Dermestidae (1000 espèces mondiales)

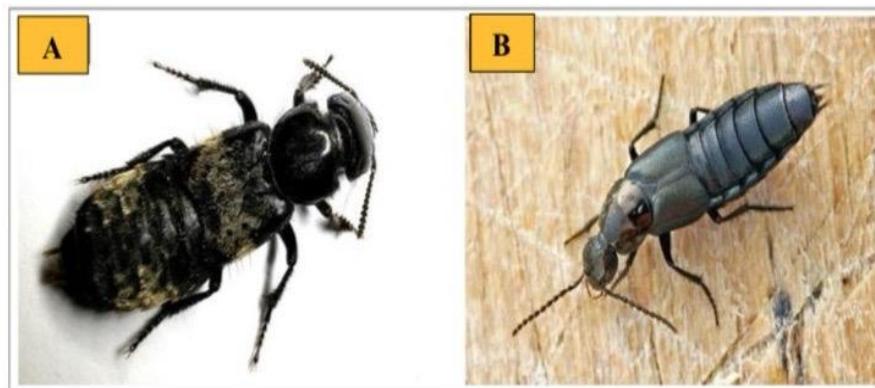
Ce sont des Coléoptères de taille moyenne (3,5-10 mm) dont le corps est couvert de poils courts ou d'écaillles. Les larves de cette famille se développent dans les débris organiques. Les insectes adultes du genre *Dermestes* n'ont pas d'ocelles sur la tête. Ils interviennent très tardivement dans le processus de décomposition (**Charabidze, 2008 ; Benmira, 2018**).



**Figure 16:** Quelques espèces de Dermestidae. A 16- *Dermestes maculatus*. B 16- *Anthrenus fuscus* (**Anonyme, 2018d**)

### c. Staphylinidae (29 000 espèces mondiales)

Ils ont un corps étroit et allongé. 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 staphylin aptes au vol (**Hackson, 2013**). Les espèces attirées par l'odeur des cadavres se nourrissent habituellement d'asticots et de larves d'autres groupes d'insectes. (**Michaud *et al.*, 2010**)



**Figure 17 :** Quelques espèces de Staphylinidae. A17- *Creophilus maxillosus*. B17- *Philonthus succicola* (**Anonyme, 2018d**)

#### d. Cleridae (3400 espèces mondiales)

Sont des insectes plutôt velus, aux couleurs souvent vives. Les larves de nombreuses espèces se nourrissent d'insectes Xylophages. Les espèces de la sous-famille des Korynetinae sont plutôt saprophages et prédatrices et se rencontrent parfois sur les cadavres. Ces espèces mesurent entre 3 et 6 mm de longueur (**Wyss et Cherix, 2006**).



**Figure18:** Quelques espèces de Cleridae. A 18- *Necrobia rufipes*. B18- *Corynetes ruficornis* (**Anonyme, 2018d**)

#### e. Histeridae (3900 espèces mondiales)

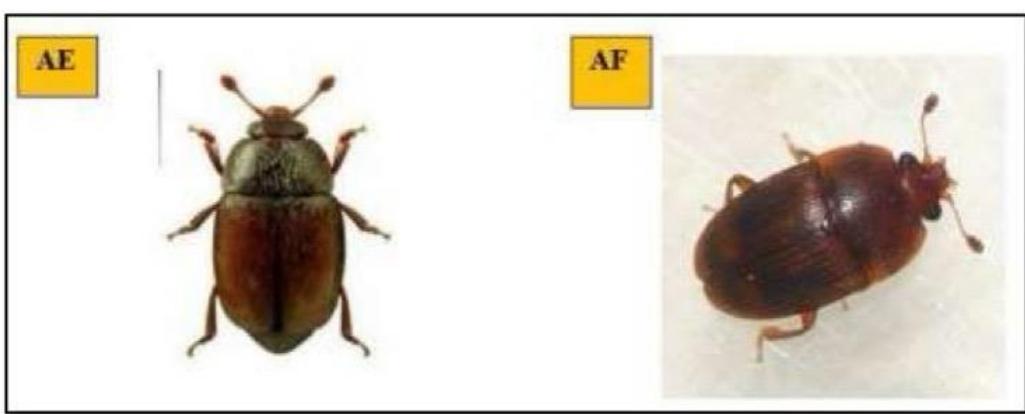
Les Histeridae sont généralement assez petits (rarement plus de 10 mm) et de couleur noire avec un éclat brillant. Il s'agit d'une famille aux mœurs très variés. On les retrouve dans de nombreux milieux dont les cadavres où ils chassent les larves de Diptères. Ils peuvent exercer une prédation très importante sur les asticots et ainsi réduire de façon significative le nombre de larves de Diptères sur le cadavre (**Byrd & Castner, 2001 ; Wyss & Chérix, 2006**).



**Figure 11 :** Quelques espèces de Histeridae. A19- *Margarinitus brunneus*. B19-*Hister unicolor* (**Anonyme, 2018d**)

#### g Nitidulidae (3000 espèces mondiales)

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. Leur coloration est mate, quelque fois ornementée de taches colorées. 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**).



**Figure 20 :** Quelque espèce de Nitidulidae. A 20-*Epuraea melanocephala*. B20- *Stelidotacoenosa* (**Koffi ,2018**)

### **g . Geotrupidae (Environ 40 espèces en Europe)**

La famille des Geotrupidae comporte des Coléoptères de taille moyenne à grande (18 à 25 mm), de couleur foncée avec généralement des reflets métalliques. La plupart des géotrupes sont coprophages, mais certaines espèces du genre *Geotrupes* semblent pouvoir se nourrir de cadavres humains (**Wyss & Chérix, 2006**).



**Figure 21 : Geotrupidae**

### **h . Ptinidae**

La caractéristique de ces insectes est de pouvoir se nourrir de tout produit animal ou végétal. Ils possèdent un corps globuleux avec de longues pattes et de longues antennes. L'une des particularités de ces coléoptères est sans aucun doute leur résistance au froid (**Wyss et Chérix, 2006**).



**Figure 22: Lasioderma serricorne (Fabricius, 1792)**

### **4.2.3 Les 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

(Walker, 1836 in Charabidze, 2008). Certaines espèces de fourmis (Formicidae) sont également nécrophages et peuvent laisser des lésions caractéristiques sur les cadavres (Charabidze, 2008).



**Figure 23:** *Nasonia vitripennis*. Walker, 1836

➤ **Formicidae**

C'est au hasard de leur exploration que les fourmis découvrent les cadavres et les espèces d'insectes qui y sont associées. Elles profitent généralement des œufs et des larves de Diptères, mais une espèce de Crematogaster a récemment été reconnue comme nécrophage dans le sud de l'Italie (Bonacci *et al.* 2011).



**Figure 24 :** Formicidae (Sreelakshmi, 2020)

#### 4.2.4 Les Lépidoptères

Ce sont des insectes holométaboles ,ils se caractérisent à l'état adulte par trois paires de pattes et par deux paires d'ailes recouvertes d'écailles de couleurs très variées selon les espèces et des pièces buccales suceuses (trompe). Leur cycle biologique se trouve composé de quatre stades distincts: œuf, chenille, chrysalide et papillon. Peu d'espèces de Lépidoptères sont associés aux cadavres, les plus fréquentes appartiennent à la famille des Tineidae, ils interviennent tardivement, lorsque les tissus sont desséchés (**Charabidze, 2008**).



**Figure 25:** Lépidoptères S.Ducept

➤ **Tineidae**

Tinea pellionella, la Teigne porte-case des vêtements, et Tineola bisselliella, la Teigne des vêtements, peuvent se retrouver à l'occasion sur des cadavres (**Robinson et Nieslen, 1993**).



**Figure 26:** Lepidoptera Tineidae. Latreille, 1810.

### 5. Paramètres influençant la décomposition d'un corps ainsi que les facteurs limitants

La décomposition d'un corps et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et sont influencés par de nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques au cadavre (**Campobasso et al. 2001**).

Les facteurs intrinsèques, directement liés à la personne décédée, sont l'âge, la masse corporelle, la cause du décès (drogues, infection), l'hygiène corporelle, l'intégrité du corps (blessures, plaies) et la présence de vêtements (**Campobasso et al. 2001**). Parmi les facteurs externes, le facteur le plus important est la zone biogéo-climatique 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**). D'autres paramètres ont une influence significative sur la vitesse de décomposition d'un corps ; on peut citer la saison, l'emplacement du corps (ombragé vs. ensoleillé) et enfin l'accessibilité du corps aux organismes vivants qu'ils soient mammifères (animaux domestiques ou sauvages) ou insectes (**Anderson 2001, Campobasso et al. 2001**).

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

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

## 5.1 La température

Le développement des insectes est rythmé par les températures et leur variation ainsi que la photopériode (**Turcetto et al., 2004**). Il existe des seuils thermiques inférieurs et des seuils thermiques supérieurs au-delà desquels les insectes nécrophages sont inactifs ou meurent (**Faucherre et al., 1999**). Les températures sont des bio-indicateurs potentiels dans l'estimation de l'IPM, compte tenu de leur lien directe avec le développement des diptères nécrophages (**Marchenko, 1988**). Une élévation de la température tend à accélérer les cycles évolutifs alors qu'un refroidissement accroît sa durée (**Messaoudi et al., 2017**).

## 5.2 Le vent

Le vent est un facteur défavorable à l'activité des diptères, il perturbe le sens olfactif des mouches rendant la localisation et la ponte sur le cadavre difficile : un vent faible diminue

l'activité des Calliphoridae et un vent violent l'interrompt complètement (**Abdoune et Achour., 2018**).

### 5.3 La lumière

La lumière influence directement sur la ponte puisque la plupart des insectes nécrophages comme les Calliphoridae ont des activités diurnes (**Abdoune et Achour, 2018**).

### 5.4 L’hygrométrie

Est un facteur importants pour la ponte chez de nombreux diptères nécrophages, parfois ses fluctuations déclenchent des phases d'intérêt évolutive : l'élévation d'un degré de l'hygrométrie n'est pas aussi dangereux que la sécheresse pour l'épanouissement des larves, la déshydratation peut leur être fatale. La résistance au froid et à la chaleur est sous la dépendance du degré hygrométrique de l'air ambiant, si celui-ci est faible, il entraîne une dessiccation rapide de tout cadavre exposé à l'air libre, ce qui influence sur la succession des arthropodes et favorise la colonisation par les espèces qui se nourrissent de matières organiques desséchées, dont certains coléoptères du genre dermestes et certains lépidoptères (**Messaoudi et al., 2017**).

### 5.5 L’adéquation avec l’environnement

Dans ce cas il y a une cohérence entre l'association des espèces et le milieu, ainsi qu'entre l'entomophâne nécrophage et l'état de décomposition du cadavre (**Messaoudi et al., 2017**).

## 6. Impact de la chaux vive (CaO) sur la décomposition et la colonisation entomologique

La chaux vive, ou oxyde de calcium (CaO), est un composé alcalin obtenu par la calcination du calcaire. Elle se présente sous forme de poudre blanche hautement réactive. En présence d'eau, elle provoque une réaction exothermique intense, générant une chaleur suffisante pour assécher les tissus environnants. Cette propriété lui confère des effets asséchants et antiseptiques, utilisés historiquement pour limiter les odeurs et ralentir la décomposition des matières organiques. Dans le domaine de l'entomologie médico-légale, la chaux vive est parfois utilisée, intentionnellement ou non, pour camoufler un cadavre ou ralentir sa décomposition. En modifiant le pH du substrat, en desséchant les tissus et en perturbant le développement larvaire, elle influence significativement le processus de colonisation par les insectes nécrophages. Cependant, plusieurs études, dont celle de **Campobasso et al. (2001)**, ont montré que la chaux vive n'empêche pas totalement l'accès des insectes, en particulier les Diptères. Ces derniers peuvent toujours déposer leurs œufs une fois que les conditions

redeviennent favorables. Ainsi, malgré ses effets inhibiteurs partiels, la chaux vive ne bloque pas entièrement la succession entomologique, ce qui permet aux experts de toujours exploiter les indices fournis par la faune cadavérique.

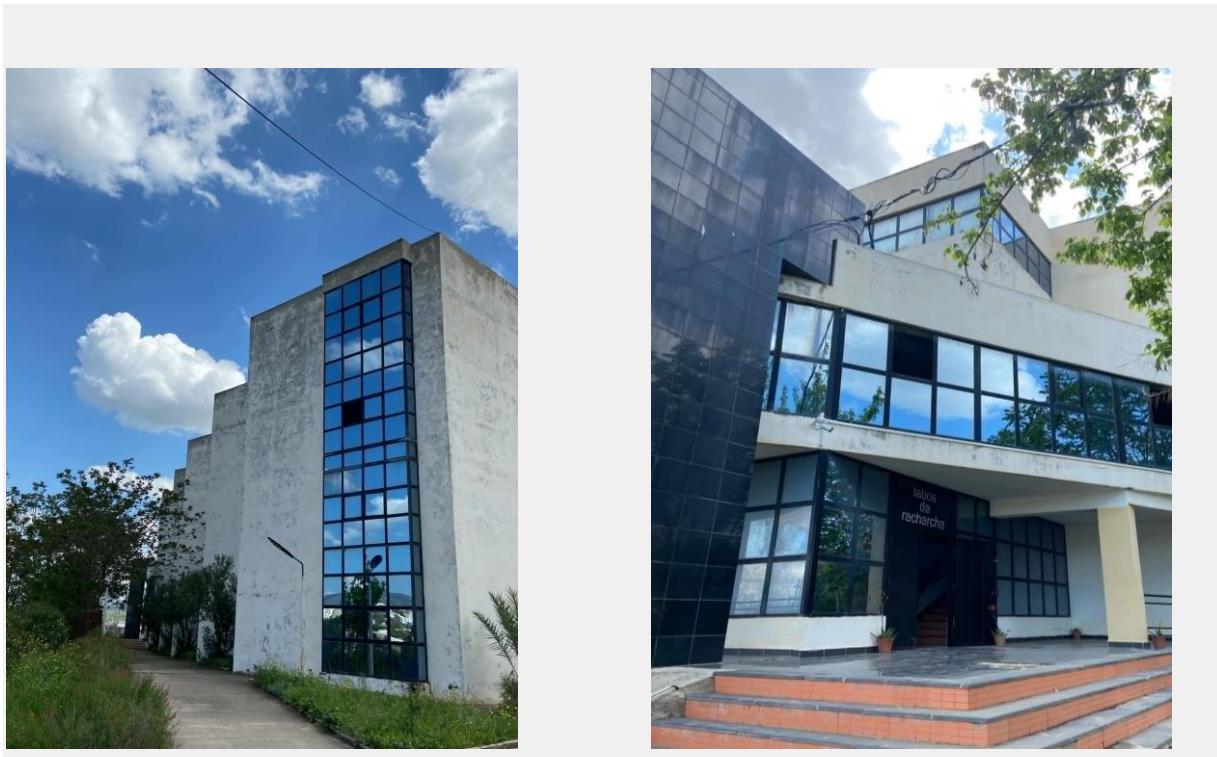
# **CHAPITRE 2 :**

## **MATERIEL ET**

## **METHODES**

## **1 Présentation de site d'expérimentation**

Le site d'expérimentation est situé à Constantine dans un espace ouvert caractérisé par une végétation spontanée. Notre expertise s'est déroulée à proximité du laboratoire de Bio systématique et écologie des arthropodes, sise à Chaabat-Erssas (36°20'16.20"N; 6°37'33.32"E, altitude 571 m). La période d'étude s'étale entre le mois d'avril et Mai 2025.



**Figure 27:** Laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes «Chaabat-Erssas.  
(Photo originale)

Dans notre étude nous avons utilisé deux cages fixées sur la terre de 2m L X 2 m 1 X 2m h de démentions recouvertes de grillage en fer avec de petites mailles pour faciliter l'accès des insectes et éviter l'attaque des prédateurs. Les deux cages ont été placées dans un espace vert à l'air libre à proximité de notre laboratoire (Chaabat-Erssas). Cette localisation offre un environnement propice pour mener nos travaux de recherche.

### **1. Matériel utilisé sur terrain**

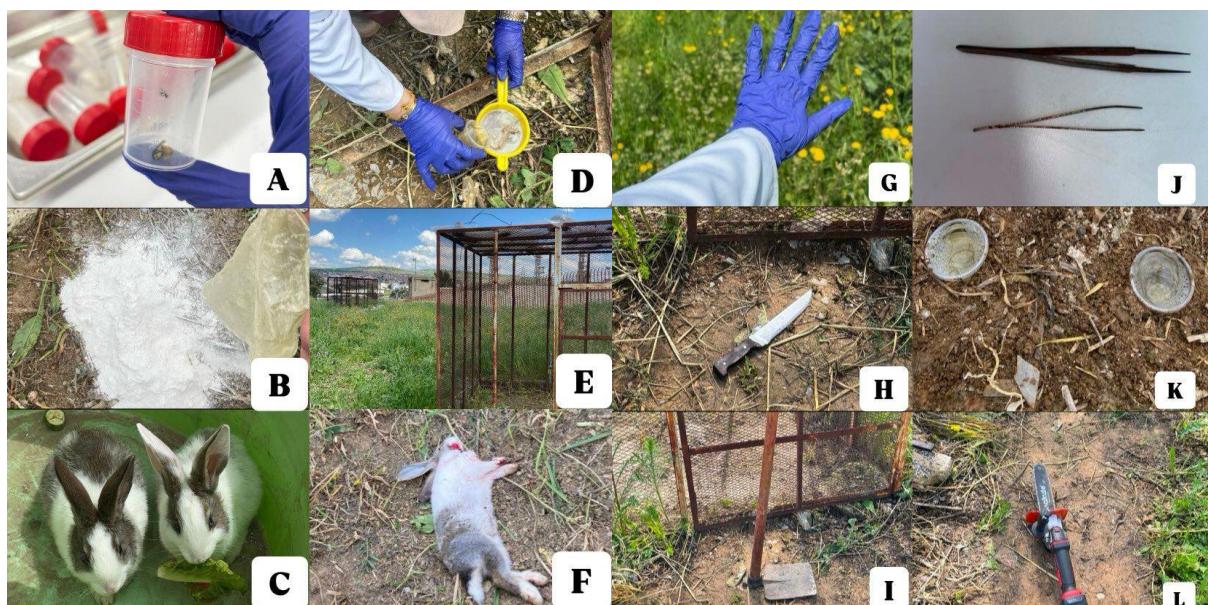
#### **2.1 Modèle biologique**

Pour réaliser notre expérimentation, nous avons utilisé deux spécimens biologiques représentés par deux lapins, le premier pesant a été égorgé et mis directement dans la cage afin d'être utilisé comme témoin, ainsi que le deuxième lapin pesant a été également égorgé et

mis dans la cage recouvert ensuite avec du CaO afin de masquer l'odeur cadavérique. (**Figure 27**).

## 2.2 Matériel utilisé sur terrain

En complément, nous avons utilisé divers équipements tels que des gants chirurgicaux, des bavettes, un couteau pour l'égorgement, des tubes en plastique une passoire, des pinces et une tronçonneuse pour enlever les herbes présente dans la cage (**Figure 28**)

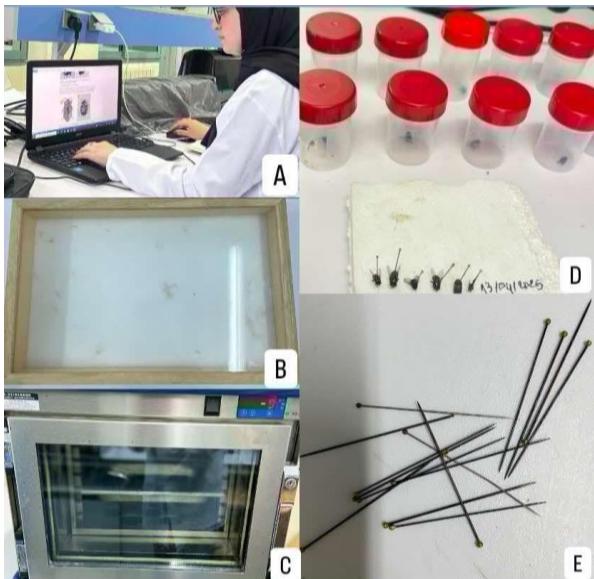


**Figure28:** Matériels sur terrain : A28 : Tube de récolte; B28 : Lapin recouvert avec CaO; C28 ;Lapins D28: une passoire ; E28 : Cages de disposition; F28: Lapin témoin ; G28 : Les gants ; H28 : Couteau ; I 28 Binette ; J28 : Pinces ; K28 : Gobelets ; L28 : Tronçonneuse

## 2.3 Matériels utilisé au laboratoire

Le matériel utilisé au laboratoire est principalement composé de ce qui suit : un Ordinateur portable, une boîte de collection vide, un Congélateur, des Tubes de récolte du polystyrène, des épingle et Pinces entomologiques, un Thermo-hygromètre, des gants, des Boites de pétri et une loupe binoculaire. (**Figure 29**)





**Figure 29 :** Matériels sur laboratoire : A 29 : Ordinateur portable ; B 29 : Boite de collection vide ; C29 : Congélateur ; D 29 : Tube de récolte et polister ; E29: Epingle ; F29: Pinces entomologiques ;G29 :Thermo-hygromètre ; H29 : Les gants ; I29 : Boite de pétri ; J29 : loupe bino

### 3. Méthodes

Durant ces expérimentations on s'est intéressé à étudier le processus de la décomposition des cadavres des lapins, l'identification de la faune cadavérique apparait après le sacrifice des animaux, la succession des différents insectes nécrophages. La méthodologie suivie comprend plusieurs étapes à savoir, la préparation et l'aménagement du terrain, sacrifice des animaux, les observations journalières notamment la photographie, la collecte et le conditionnement des insectes.

#### 3.1 Suivi de l'état du cadavre au cours de sa décomposition

La présence sur le site d'expérimentation a été journalière, deux fois par jour. Les observations sont basées sur la prise des photos et le suivi de différents changements de stade de décomposition, ainsi que l'enregistrement de la température et de l'humidité, l'identification des premiers insectes arrivant sur les cadavres. (**Figure 30**)



**Figure 30** :Prise des observations

### **3.2 Collecte et conservation des insectes adultes**

Les insectes volants adultes ont été capturés à l'aide de tubes en plastique, et les insectes rampants ont été collectés directement avec des pinces et transférés dans des tubes en plastique notés par la date et l'heure de récolte. (**Figure 31**)



**Figure31:** Récolte des insectes (photo originale)

### **3.3 Méthode de Piégeage (Piège Barber)**

Afin de collecter les insectes nécrophages, notamment les Coléoptères, des pièges au sol ont été utilisés à proximité des cadavres. Ce dispositif, consiste en des gobelets en plastique

enterrés jusqu'au niveau du sol, de manière à ce que leur bord soit affleurant. Les gobelets sont remplis d'un mélange d'eau et de savon liquide, ce dernier servant à briser la tension superficielle et à empêcher les insectes capturés de s'échapper. Les pièges ont été installés à plusieurs reprises au cours de l'étude, à l'intérieur de la cage, afin d'assurer un échantillonnage régulier de la faune entomologique présente au sol. (Figure32)



**Figure 32 : Pièges Barber (photo originale)**

### 3.4 Traitement des insectes récoltés

Les insectes adultes capturés sont immédiatement transportés au laboratoire, où ils sont placés dans un congélateur pendant une durée de 5 à 10 minutes, afin de les immobiliser sans les endommager. Une fois neutralisés, les spécimens sont soigneusement épinglés à l'aide d'épingles entomologiques, puis identifiés sous loupe binoculaire à l'aide des clés d'identification disponibles dans notre laboratoire. Chaque spécimen est ensuite étiqueté de manière rigoureuse. L'étiquette comprend les informations essentielles suivantes : la date de capture, le lieu de collecte, le nom du collecteur ainsi que le nom scientifique de l'espèce. Enfin, les insectes ainsi préparés sont placés dans des boîtes de collection prévues à cet effet, en respectant les normes de conservation entomologique. (**Figure 33, Figure 34**)



**Figure 33:** Insectes placés dans le congélateur



**Figure 34:** épinglage des insectes

## 4 Méthodes d'exploitation des résultats

### 4-1 Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Afin de caractériser la faune nécrophage, des indices écologiques de composition comme la richesse spécifique totale (S), l'abondance relative (AR) permettant d'évaluer la structure générale des peuplements.

#### 4-1-1 Abondance (A)

Elle constitue un autre paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement.

A = Nombre d'individus d'une espèce

#### **4-1-2 Abondances relatives ou Fréquences centésimales (%)**

L'abondance relative est le pourcentage des individus d'une l'espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus, de toutes les espèces (Dajoz, 2000). Selon Frontier (1983), l'abondance relative ( $\frac{n_i}{N} \times 100$  où  $n_i$ =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.  $F(\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$  : Nombre d'individus d'une espèce  $i$ .  $N$  : Nombre total d'individus toutes espèces confondues. L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce.

# **CHAPITRE 3 :**

# **RESULTATS**

## 1. Stades de décomposition

L'étude expérimentale s'est étalée du 13 avril au 18 mai 2025. Pendant cette période, nous avons consigné quotidiennement l'évolution de la décomposition cadavérique. Parallèlement, nous avons observé et documenté l'arrivée des insectes sur le cadavre ainsi que dans son environnement immédiat, avec une prise de photos chaque jour. Des relevés journaliers ont également été effectués, incluant les données météorologiques, afin de suivre les différents stades de la décomposition ou ils ont été divisés en quatre étapes pour une meilleure compréhension. IL s'agit en l'occurrence du stade où le cadavre est : frais, gonflé, putréfié et desséché. La durée de chaque stade est représentée dans les Tableaux suivants.

**Tableau 02 : Observations journalières de la décomposition du cadavre 1 (témoin)**

Stade de décomposition	Photo du cadavre	Durée du stade de décomposition	Observations
Stade frais		2 jours Du 13/04/2025 à 14/04/2025	Cette phase débute au moment du décès et se prolonge jusqu'à l'apparition visible du ballonnement. Aucun changement morphologique n'est encore observable, et aucune odeur de décomposition n'est ressentie, le cadavre est caractérisé par un corps intact.

Stade de Gonflement		3 jours Du 15/04/2025 à 17/04/2025	Un gonflement notable du corps apparaît a causé la libération de gaz (NH3, COz, NOz, H2S) , accompagné des premières émanations d'odeur de décomposition. On observe aussi l'arrivée en grand nombre de mouches.
Stade de décomposition active		3 jours Du 18/04/2025 à 20/04/2025	On observe la rupture du corps et une diminution progressive de la masse cadavérique. L'odeur de décomposition devient très forte. tandis que les larves et les coléoptères font leur apparition.
Stade de décomposition avancée		9 jours Du 21/04/2025 à 29/04/2025	Les asticots des Diptères migrent à l'extérieur du cadavre pour entamer leur phase de pupaison.

Stade de desséchement		20 Jours Du 29/04/2025 à 18/05/2025	Le cadavre ne conserve que la peau desséchée, les poils, le cartilage et les os. L'odeur rappelle généralement celle d'une peau animale sèche.
-----------------------	---	--	--

Au cours de l'expérimentation, on a suivi l'évolution de la décomposition d'un cadavre animal recouvert de 1Kg d'Oxyde de Calcium (CaO). Voici les principales observations durant les différents stades.

**Tableau 03 : les observations journalières de la décomposition du cadavre 2**

Stade de décomposition	Le cadavre	La durée	Observations
Stade Frais		5 jours De 13/04/2025 à 17/04/2025	Le cadavre apparaît intact, sans signes visibles de putréfaction. Aucune forte odeur n'est dégagée à ce stade. Très peu, voire aucun insecte n'est observé autour du corps.
Stade de gonflement		6 jours De 18/04/2025 à 23/04/2025	Un gonflement progressif est noté. Les premières odeurs commencent à se dégager, et des liquides corporels commencent à s'écouler. Quelques insectes sont attirés, notamment des mouches.

Stade de décomposition active		11 jours De 23/04/2025 à 03/05/2025	À ce stade, la décomposition est bien visible : les tissus se liquéfient, la peau se détache par endroits, et l'odeur devient très forte.
Stade de dessèchement		16 Jours 03/05/2025 à 18/05/2025	La majorité des liquides corporels ont disparu. Les tissus restants sont secs ou momifiés, laissant apparaître partiellement le squelette. L'activité des insectes diminue considérablement.

## 2. Arrivé des insectes nécrophages en fonction de stades de décomposition

Au cours de toute la période de l'étude, un total de 319 spécimens ont été collectés, appartenant à deux grands ordres : les Diptères et les Coléoptères. Ces individus se répartissent en cinq familles où leur apparition varie selon chaque stade de décomposition.

Sur le premier cadavre témoin on remarque que les Diptères (Calliphoridae) arrivent au stade frais, au stade de gonflement et celui de décomposition active alors qu'ils sont absents aux deux derniers stades de dégradation cadavérique ; contrairement aux Coléoptères qui n'arrivent qu'au stade de décomposition active et persistent jusqu'au dernier stade de dégradation. Les résultats détaillés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 04 : Représentation des familles selon les stades de décomposition (Cadavre1)**

Stade de décomposition	Diptères	Coléoptères
Frais	Calliphoridae Sarcophagidae	Absence des insectes
Gonflement	Calliphoridae Sarcophagidae	Absence des insectes
Décomposition active	Calliphoridae Sarcophagidae Muscidae	Dermistidae Histeridae Trogidae
Décomposition avancé	Muscidae Fanniidae Anthomyidae	Trogidae Histeridae Staphilinidae
Dessèchement	Absence de Diptères	Histeridae Trogidae Silphidae

Sur le deuxième cadavre recouvert à l’Oxyde de Calcium on remarque que les insectes sont absents au stade fraîcheur, les Diptères arrivent au stade de gonflement alors que les Coléoptères n’arrivent qu’au stade de décomposition active et persistent jusqu’au dernier stade de dégradation cadavérique. Les résultats détaillés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 05 : Représentation des familles selon les stades de décomposition (Cadavre2)**

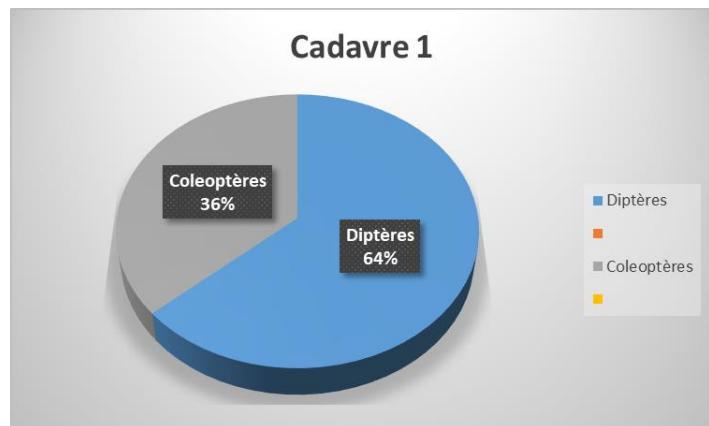
Stade de décomposition	Diptères	Coléoptères
Frais	Absence des insectes	Absence des insectes
Gonflement	Sarcophagidae Muscidae	Absence des insectes
Décomposition active	Calliphoridae Anthomyidae Muscidae	Silphidae Dermistidae Histeridae
Dessèchement	Sarcophagidae Fanniidae	Histeridae Dermistidae Trogidae

### **3. Inventaire de la faune nécrophage**

#### **3.1 Répartition des familles de Diptères et Coléoptères nécrophages sur les deux cadavres**

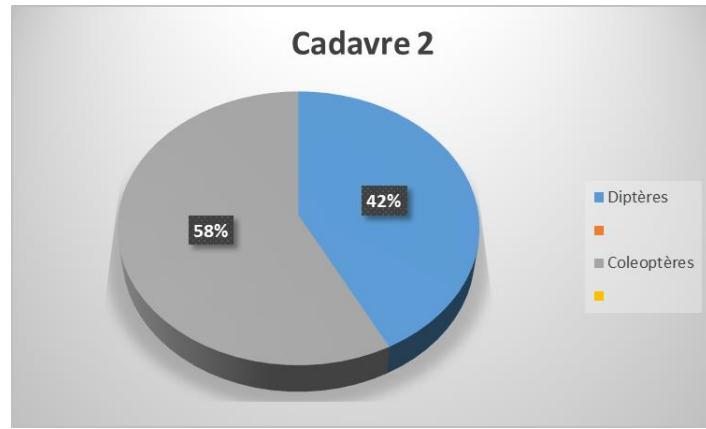
L'identification des espèces récoltées a permis de mettre en évidence la présence de cinq familles de Diptères nécrophages ayant colonisé aussi bien le cadavre témoin que celui recouvert de chaux. Il s'agit des familles suivantes : Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fannidae et Anthomyidae.

Les résultats obtenus montrent que cinq familles de Coléoptères ont été identifiées sur les deux cadavres. Il s'agit des familles suivantes : Dermestidae, Trogidae, Silphidae, Histeridae et Staphylinidae. Leur présence a été relevée à différents stades de la décomposition, ce qui souligne leur rôle progressif dans le processus nécrophage.



**Figure 35 :Répartition relative des Diptères et des Coléoptères sur le cadavre 1 (non traité)**

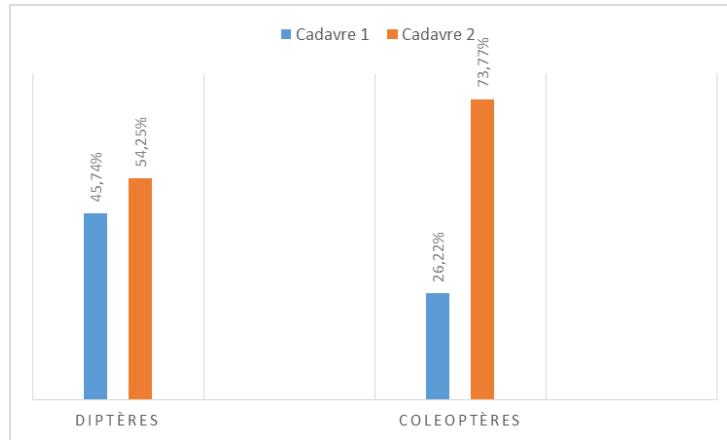
Le graphique en secteurs représentant la composition entomologique du cadavre 1 montre une nette dominance des Diptères, qui occupent environ 64% du total des insectes récoltés, contre 36% pour les Coléoptères. Cette prédominance des Diptères est cohérente avec leur rôle pionnier dans la colonisation des cadavres en décomposition, notamment durant les stades précoces (frais et gonflement). Leur présence majoritaire suggère que le cadavre 1 a été colonisé rapidement après la mort, probablement dans un environnement favorable à leur développement.



**Figure 36:** Abondances relatives des Diptères et Coléoptères récoltés sur le cadavre 2

Contrairement au cadavre 1, le cadavre 2 présente une proportion inversée, avec une dominance marquée des Coléoptères (environ 58%), tandis que les Diptères représentent seulement 42% de l'entomofaune récoltée. Cette distribution pourrait indiquer une colonisation plus avancée, les Coléoptères intervenant majoritairement lors des stades de décomposition active et avancée.

### 3.2 Comparaison de la répartition des familles de Diptères et Coléoptères nécrophages sur les deux cadavres

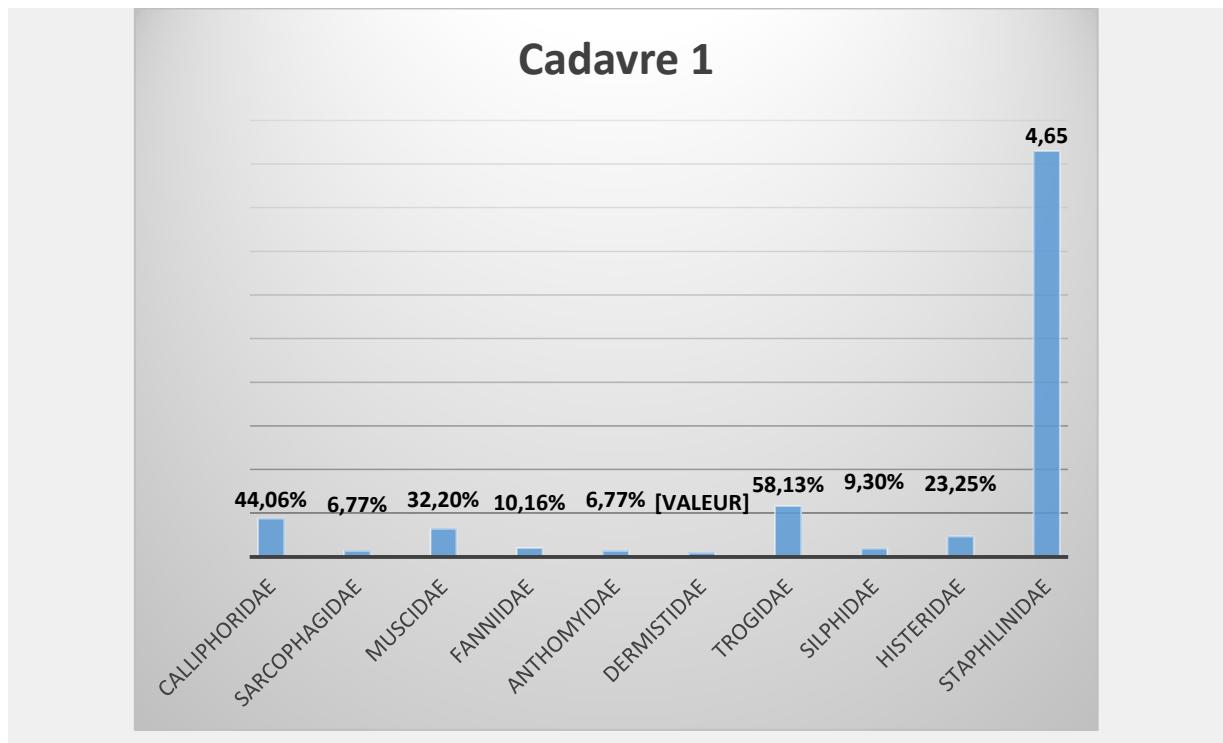


**Figure 38:** Comparaison des fréquences relatives de la faune nécrophages (Diptères et Coléoptères) collectés sur deux les cadavres expérimentaux

### 3.3 Fréquences relatives des familles de Diptères et Coléoptères nécrophages

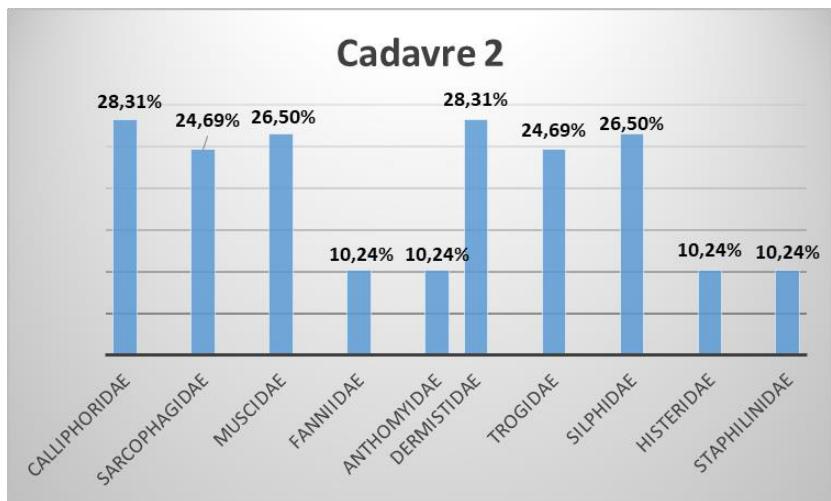
Le graphique ci-dessus illustre les indices de diversité des deux groupes principaux d'insectes nécrophages : les Diptères et les Coléoptères collectés sur les deux cadavres étudiés. On

observe une diversité légèrement plus élevée chez les Diptères du cadavre 2 : 54,25% comparée à celle du cadavre 1 : 45,74%. En ce qui concerne les Coléoptères, la différence est plus marquée : le cadavre 2 présente un indice de diversité de 73,77% contre 26,22% pour le cadavre 1, ce qui suggère une plus grande richesse spécifique ou une meilleure distribution des effectifs dans cette catégorie sur le cadavre 2.



**Figure 39:** Fréquence relative des familles d'insectes sur le cadavre non traité

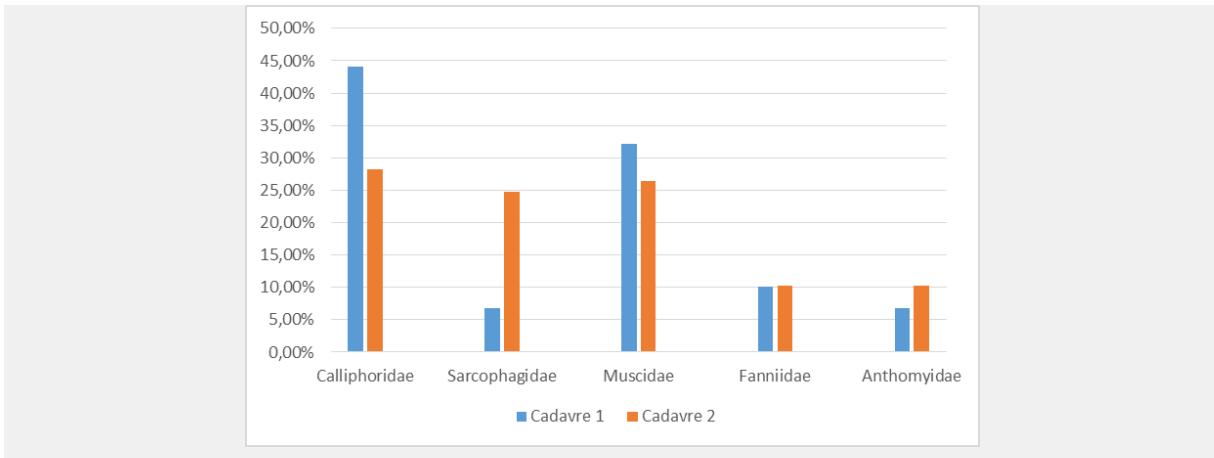
L'analyse des insectes collectés sur le cadavre non traité montre une nette dominance de la famille Trogidae avec 58,13%, suivie par Calliphoridae (44,06%) et Muscidae (32,20%), indiquant une forte activité des espèces nécrophages au début de la décomposition. Les familles Histeridae (23,25%) et Fanniidae (10,16%) sont également bien représentées. En revanche, les familles comme Sarcophagidae, Anthomyidae, Silphidae, Dermestidae et Staphylinidae présentent des taux plus faibles (entre 4,65% et 9,30%), traduisant leur apparition à des stades plus avancés



**Figure 40:** Fréquence relative des familles d'insectes sur le cadavre 2 (traité)

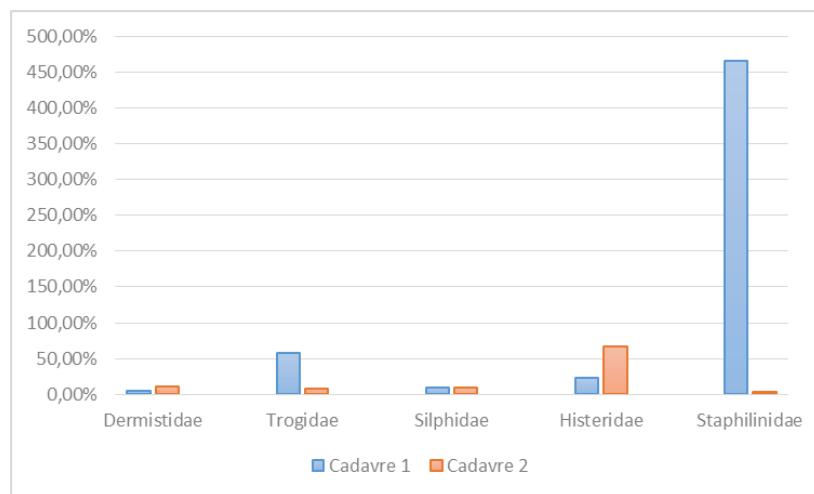
L'analyse des fréquences relatives des insectes prélevés sur le cadavre 2, recouvert de chaux vive (CaO), met en évidence une colonisation diversifiée mais globalement moins intense que celle du cadavre à l'air libre. Les familles Calliphoridae et Dermestidae sont les plus représentées, avec chacune une fréquence de 28,31 %, indiquant qu'elles sont parmi les premières à coloniser ce type de substrat malgré les conditions hostiles induites par la chaux. Les Sarcophagidae (24,69 %), Trogidae (24,69 %) et Silphidae (26,50 %) montrent également une présence significative, ce qui suggère leur capacité à résister aux effets asséchants et caustiques de la chaux. De plus, la famille Muscidae atteint une fréquence relativement élevée de 26,50 %. Les familles Fanniidae, Anthomyidae, Histeridae et Staphylinidae présentent chacune une fréquence de 10,24 %, ce qui reflète soit une moindre attirance pour ce cadavre, soit une sensibilité accrue aux conditions alcalines induites par le CaO.

### 3.4 Comparaison des Fréquences relatives des familles des insectes nécrophages sur les deux cadavres :



**Figure41:** Répartition des principales familles de Diptères sur deux cadavres (traité vs non traité)

Le graphique montre que la famille Calliphoridae est majoritaire sur les deux cadavres, avec environ 43% pour le cadavre 1 et 28% pour le cadavre 2. Muscidae suit avec des pourcentages similaires (33% et 26%). Sarcophagidae est plus présente sur le cadavre 2 (25%) que sur le cadavre 1 (6%). Les familles Fanniidae et Anthomyiidae sont faiblement représentées dans les deux cas.

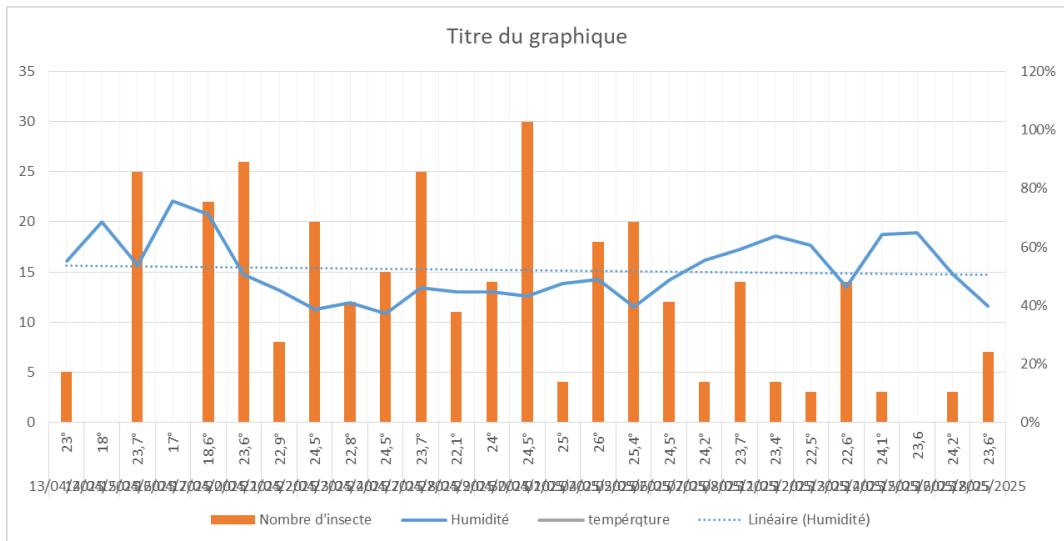


**Figure 42:** Comparaison des familles de coléoptères entre deux cadavres

Ce graphique illustre la répartition de certaines familles de coléoptères sur deux cadavres. La famille Staphylinidae est de loin la plus représentée sur le cadavre 1 avec un pourcentage très élevé, dépassant 46%, tandis qu'elle est presque absente sur le cadavre 2 presque 1%. Les familles Histeridae et Trogidae apparaissent aussi, avec environ 20% et 50% respectivement sur le cadavre 1, et des valeurs plus faibles sur le cadavre 2 représentés par presque 10% et 1%. Dermestidae et Silphidae sont faiblement représentées dans les deux cas.

Famille	Figure (photo réelle)
---------	-----------------------

### 3.5 Effet de la température et l'humidité sur l'arrivée des insectes nécrophages



**Figure 43:** Influence des conditions climatiques (température et humidité) sur l'arrivée des insectes nécrophages.

Le graphique présente l'évolution du nombre d'insectes en fonction de la température (en °C) et de l'humidité relative (%) sur une période donnée. On observe que le nombre d'insectes varie de manière irrégulière. D'une part, le nombre d'insectes a augmenté avec la température modérée à élevée, notamment autour de 21 à 26 °C, cela suggère que des températures ni trop basses ni extrêmes semblent favorables à l'activité ou au développement des insectes. D'autre part, en ce qui concerne l'humidité, bien que la courbe soit relativement stable, on remarque une légère tendance décroissante. Cela pourrait indiquer que l'humidité n'a pas un impact direct ou déterminant sur la variation du nombre d'insectes dans ce cas précis, ou que son effet est moins marqué comparé à celui de la température.

## 4 Quelques photos des familles nécrophages identifiées

### 4.1 Ordre Diptera

**Tableau 06 :** Quelques familles des Diptères

**Calliphoridae**



**Sarcophagidae**



**Muscidae**



**Anthomyidae**



**4.2 Orde Coléoptère**

**Tableau 07 : Quelques familles des Coléoptères**

Famille	Figure (photo réelle)
<b>Histeridae</b>	A microscopic image of a small, dark, oval-shaped beetle larva from the Histeridae family. It has a rounded, segmented body and a pair of prominent, hook-like mandibles at the front.
<b>Dermistidae</b>	A microscopic image of a large, dark, oval-shaped beetle larva from the Dermistidae family. It has a segmented body and a pair of prominent, hook-like mandibles at the front.

**Trogidae**



**Silphidae**



**Staphilinidae**



# **CHAPITRE 4 :**

# **DISCUSSION**

## 1. Discussion

Les travaux réalisés dans le cadre de cette étude visent à établir une base de données sur les insectes nécrophages présents dans la région de Constantine, ainsi qu'à évaluer l'influence des conditions climatiques locales, notamment la température et l'humidité, sur l'activité de cette faune ainsi que l'influence de l'état du cadavre et la présence du masquant de l'odeur cadavérique. Pour ce faire, deux carcasses de lapins ont été utilisées : l'une exposée à l'air libre, l'autre recouverte de chaux (Oxyde de sodium), dans la commune de Chaab Erssas. Cette expérimentation a permis d'observer les différentes étapes de la décomposition, d'identifier les espèces d'insectes présentes à chaque stade et d'évaluer leur abondance et d'observer l'effet du masquant d'odeur CaO sur la décomposition du cadavre et l'arrivée des insectes nécrophages.

Cinq stades de décomposition ont été observés pour le

cadavre témoin (non traité), contre quatre pour celui recouvert de chaux. Tout au long de l'étude, il a été constaté que les facteurs environnementaux influencent fortement la colonisation du cadavre et le développement des insectes nécrophages. Ces facteurs abiotiques, principalement la température et l'humidité relative, jouent un rôle déterminant.

Les premiers insectes à coloniser le cadavre témoin, on retrouve les Diptères des familles Calliphoridae, Ce résultat concorde avec les travaux de **Wyss (2004)** et **Anton et al. (2011)**. Les Muscidae sont également les premiers colonisateurs. Lorsque les conditions étaient caractérisées par une température et une hygrométrie élevées, l'activité des insectes sur le cadavre recouvert de chaux était comparable à celle observée sur le cadavre témoin. En revanche, en période de basses températures, leur présence diminuait sensiblement. En effet, il existe une relation linéaire entre la température et le rythme de décomposition : plus la température est élevée, plus le processus est accéléré. Les résultats obtenus ont été comparés à d'autres études expérimentales, notamment en ce qui concerne les familles d'insectes identifiées et les stades de décomposition observés.

L'analyse comparative des deux cadavres a révélé des différences marquées dans le déroulement des stades de décomposition, influencées par l'application de chaux sur l'un d'eux. Chez le cadavre témoin, le processus s'est déroulé de manière classique, avec un enchaînement clair des cinq stades comme il a été signalé par **Payne (1965)** chez les porcelets, tandis que chez le cadavre recouvert de chaux, ce schéma a été perturbé. Le stade frais a duré 48 heures chez le témoin, contre 120 heures (5 jours) chez le cadavre traité. Dès cette étape, une différence majeure a été constatée : une forte odeur de putréfaction était émise par le cadavre témoin, attirant rapidement les insectes, notamment les Diptères. En revanche,

la chaux a masqué l'odeur du second cadavre, ce qui a semblé retarder l'arrivée des insectes et la progression du processus. Le stade de gonflement, bien distinct chez le témoin (72 heures), était difficilement observable chez le cadavre recouvert. Une grande quantité de diptères a été observée autour du cadavre traité, souvent en nombre supérieur à celui du témoin. Concernant le stade de décomposition active, il a duré 72 heures chez le témoin et 264 heures (11 jours) chez le cadavre traité, ce qui montre un net ralentissement du processus en présence de chaux (CaO). Ce retard pourrait être attribué à l'altération du milieu par la chaux, rendant les tissus moins accessibles aux insectes nécrophages. Le stade de décomposition avancée, qui a duré (9 jours) chez le témoin, était totalement absent chez le cadavre traité. Cette absence suggère une rupture dans l'évolution normale de la décomposition. Et pour le stade de dessèchement s'est étalé sur (20 jours) chez le témoin et (16 jours) chez le cadavre recouvert, montrant que malgré un ralentissement initial, la phase finale s'est installée légèrement plus rapidement chez le second. Ces observations confirment que la chaux modifie significativement le rythme et la dynamique de la décomposition cadavérique, en influençant à la fois l'activité de la faune nécrophage et les conditions physico-chimiques du substrat. Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés par **Wyss (2004)**, **Tabor (2004)** et **Benmira (2010)**, qui ont tous souligné l'importance des facteurs environnementaux dans la succession des insectes nécrophages.

Par rapport aux stades de décomposition observés dans notre étude et ceux rapportés par (**Aouachria, Kh et Ferak, M 2021**) révèle des similitudes dans la succession des phases, mais aussi des différences significatives liées au traitement des cadavres. Dans leur travail, les deux cadavres (brûlé et non brûlé) ont traversé quatre stades : frais, gonflement, putréfaction-décomposition, et dessèchement.

Toutefois, ils notent une absence totale d'activité entomologique sur le cadavre brûlé au stade frais, alors que le cadavre non brûlé a rapidement été colonisé par des mouches (Calliphoridae, Muscidae). Dans notre expérience, le cadavre à l'air libre a également traversé cinq stades, allant de la phase fraîche à un dessèchement prolongé, avec des délais plus courts au début (gonflement dès le 3<sup>e</sup> jour, décomposition active dès le 6<sup>e</sup> jour), et une activité entomologique riche dès le stade de gonflement. En revanche, le cadavre recouvert de chaux a montré un net ralentissement du processus : le stade de gonflement s'est prolongé jusqu'au 6<sup>e</sup> jour, la décomposition active n'a commencé qu'à partir du 11<sup>e</sup> jour, et la présence d'insectes y était fortement réduite. Ces résultats soulignent que, tout comme la brûlure, la chaux exerce un effet inhibiteur sur le développement de la faune nécrophage, en ralentissant la

décomposition et en limitant l'accès ou l'attractivité du cadavre pour les insectes. Cependant, contrairement au brûlage, qui crée une barrière thermique et physique immédiate, la chaux agit plutôt comme un agent asséchant et antibactérien progressif, ce qui explique la décomposition plus lente mais toujours structurée observée sur le substrat traité.

Les stades de décomposition observés dans notre étude présentent à la fois des similitudes et des différences par rapport à ceux décrits par **Moualkia & Berguelah (2023)**. Dans leur expérience, menée sur un cadavre de lapin suspendu, quatre stades principaux ont été identifiés : le stade frais (8 jours), le stade de gonflement (2 jours), la décomposition active (7 jours) et enfin le stade de dessèchement. De notre côté, les deux cadavres étudiés ont montré des temporalités légèrement différentes en raison des conditions expérimentales distinctes, notamment l'exposition à l'air libre pour le cadavre 1, et le traitement à la chaux pour le cadavre 2. Chez le cadavre 1, les stades de décomposition se sont succédé plus rapidement, avec une colonisation entomologique marquée dès le stade frais, alors que le cadavre 2 a montré un ralentissement notable de la décomposition en raison de la chaux, qui a inhibé le développement des insectes et retardé la progression vers les stades avancés. Contrairement au lapin suspendu de **Moualkia & Berguelah (2023)**, où la décomposition s'est faite dans un environnement plus aéré et homogène, nos observations confirment que l'exposition directe au sol ou l'application d'un agent chimique comme la chaux modifient fortement les dynamiques biologiques, chimiques et entomologiques de la décomposition.

Une autre comparaison entre notre étude et celle menée par (**Aouachria, Kh et Ferak, M 2021**) permet de mettre en évidence l'influence du traitement post-mortem sur la dynamique de colonisation des insectes nécrophages. Dans les deux recherches, les cadavres témoins non traités ont montré une colonisation précoce dès le stade frais, dominée principalement par les Diptères de la famille des Calliphoridae.

En revanche, les cadavres soumis à un traitement – brûlé dans l'étude de 2021 et recouvert de chaux dans notre cas, n'ont montré aucune activité entomologique au stade initial, suggérant un effet répulsif ou inhibiteur marqué. Au stade de gonflement, la colonisation débute plus lentement sur les cadavres traités, avec une arrivée tardive des Sarcophagidae et Muscidae, contrairement aux cadavres non traités qui affichent déjà une diversité notable.

Durant la phase de décomposition active, les deux types de traitement n'empêchent plus complètement l'activité entomologique, mais la diversité reste généralement plus élevée sur les cadavres non traités. Enfin, au stade de dessèchement, les coléoptères deviennent

dominants dans les deux études, notamment les familles Dermestidae, Trogidae et Histeridae, avec une présence plus marquée des Dermestidae sur les cadavres traités (brûlés ou chaulés). Ces résultats confirment que si la chaux vive, comme le brûlage, retarde la colonisation, elle ne l'empêche pas totalement.

Les résultats obtenus dans notre étude, comparant un cadavre de lapin exposé à l'air libre et un autre recouvert de chaux, révèlent des différences notables dans la durée et la manifestation des stades de décomposition, qui concordent partiellement avec les observations de (**Belkhiri, W 2018**).

Dans notre cas, les deux cadavres ont traversé quatre stades distincts : frais, gonflement, décomposition active/avancée et dessèchement. Le stade de gonflement était particulièrement marqué chez le cadavre non traité, apparaissant dès le 3<sup>e</sup> jour, avec une forte activité des Diptères. Ce stade était plus retardé et moins intense chez le cadavre recouvert de chaux, et a duré plus longtemps. À l'inverse, dans l'expérimentation menée par **Belkhiri (2018)** : • Les lapins exposés au soleil ont également traversé les quatre stades classiques de décomposition, bien que leur durée varie entre les individus (24 à 72h pour le stade frais, 8 à 12 jours pour atteindre le dessèchement).

Cependant, pour les lapins exposés à l'ombre, le stade de gonflement était totalement absent. Ces cadavres sont passés directement du stade frais au stade pourri, indiquant un impact évident des conditions environnementales (température, exposition à la lumière, etc.) sur le processus de putréfaction. Nos résultats rejoignent ainsi ceux de (**Belkhiri, W 2018**) concernant l'influence des facteurs externes sur le rythme et les caractéristiques de la décomposition. Toutefois, l'utilisation de chaux dans notre expérience agit comme un agent perturbateur chimique, ralentissant ou modifiant certains stades, tandis que Belkhiri s'est concentrée sur des facteurs climatiques naturels (soleil vs ombre).

La comparaison des deux substrats, à savoir le cadavre témoin exposé à l'air libre et celui recouvert de chaux, met en évidence une différence dans la richesse, l'abondance et le comportement des familles d'insectes nécrophages. Bien que les mêmes familles aient été identifiées sur les deux cadavres, leur présence n'a pas été équivalente en termes de fréquence ni de nombre d'individus. Calliphoridae : Très abondantes sur le cadavre témoin, ces mouches ont été les premières à coloniser le substrat. Sur le cadavre recouvert de chaux, leur apparition a été retardée, et leur activité légèrement réduite. Cela s'explique par le rôle de la chaux (CaO) qui a atténué les émanations odorantes, principales sources d'attraction.

**Sarcophagidae** : Présentes sur les deux cadavres, elles ont également montré une plus forte activité sur le témoin.

Sur le substrat traité à la chaux, leur fréquence était moindre, bien qu'elles aient tout de même réussi à y pondre. Les **Muscidae** ont été Observées dans les deux cas, mais en nombre modéré. Elles ont été un peu plus fréquentes sur le témoin, profitant des tissus plus humides. Leur présence sur le cadavre recouvert montre qu'elles restent actives même en conditions moins favorables. Consistant les **Fannidae** et les **Anthomyidae**, Ces deux familles ont été détectées à la fois sur le cadavre témoin et celui traité à la chaux, mais de façon fréquente. Leur rôle secondaire dans la décomposition se reflète par leur faible abondance sur les deux substrats. Les **Dermestidae**, Bien que retrouvés sur les deux cadavres, ils étaient plus nombreux sur le cadavre témoin. Leur apparition tardive est liée à leur préférence pour les tissus secs, mais l'effet asséchant de la chaux semble avoir perturbé leur développement sur le deuxième substrat. **Trogidae** : Plus actifs sur le cadavre témoin, ils étaient présents en nombre plus réduit sur le cadavre traité. Ce décalage peut être lié à une évolution plus lente des tissus sur le substrat recouvert de chaux. Les **Silphidae**, Leur présence était plus marquée sur le témoin. Les **Histeridae** sont identifiés sur les deux substrats, ces prédateurs de larves de mouches ont suivi la colonisation des Diptères. Moins abondants sur le substrat traité, leur activité reflète celle des larves présentes. Les **Staphylinidae** ont été très mobiles et tolérants, ils ont été observés régulièrement sur les deux cadavres, sans grande différence quantitative. Leur comportement opportuniste leur permet de s'adapter à des conditions variées. Bien que les dix familles aient été retrouvées sur les deux cadavres, la colonisation était plus rapide, plus dense et plus complète sur le cadavre témoin. Le substrat recouvert de chaux a connu une colonisation plus lente, avec des retards ou des absences partielles d'activité pour certaines familles, ce qui reflète l'impact modérateur de la chaux sur le déroulement naturel du processus de décomposition.

En comparant la composition entomologique globale obtenue dans notre étude avec celle observée spécifiquement sur le cadavre non traité, on remarque des différences marquées dans la dominance des familles. Dans notre travail, les **Dermestidae** arrivent en tête avec un taux de 34 %, suivis des **Calliphoridae** (29 %) et des **Histeridae** (12 %). À l'inverse, sur le cadavre non traité, ce sont les **Trogidae** qui dominent largement avec 58,13 %, suivis des **Calliphoridae** (44,06 %) et des **Muscidae** (32,20 %), comme le rapporte l'étude **de Moualkia et Berguelah (2023)** menée sur un lapin suspendu. Cette forte présence des **Trogidae** reflète probablement une activité prolongée au stade de décomposition avancée, tandis que la

prédominance des Dermestidae dans notre étude suggère une importante activité de dessiccation sur l'un ou les deux cadavres, notamment celui traité à la chaux. Par ailleurs, les familles comme les Sarcophagidae, les Staphylinidae et les Silphidae restent faiblement représentées dans les deux cas, traduisant leur apparition plus tardive ou en effectif réduit. Ainsi, la différence dans la répartition des familles peut s'expliquer par les conditions expérimentales spécifiques (présence ou non de chaux) et les stades de décomposition majoritairement représentés au moment du prélèvement.

Concernant la diversité des familles d'insectes nécrophages, le travail de **Moualkia et Berguelah (2023)**, mené sur un cadavre de lapin suspendu à l'air libre, a permis d'identifier un total de 12 familles appartenant à trois ordres : cinq familles de Diptères (Calliphoridae, Muscidae, Piophilidae, Sarcophagidae et Stratiomyidae), six familles de Coléoptères (Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Scarabaeidae, Tenebrionidae et Trogidae) et une famille d'Hyménoptères. En comparaison, notre étude, qui s'est basée sur deux lapins — l'un exposé à l'air libre (cadavre 1) et l'autre recouvert de chaux (cadavre 2) a permis d'identifier 11 familles : cinq familles de Diptères (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Fanniidae et Anthomyidae) et six familles de Coléoptères (Dermestidae, Trogidae, Silphidae, Histeridae, Staphylinidae et Cleridae). Ainsi, bien que le nombre total de familles soit proche, certaines différences sont à noter. Notre travail a mis en évidence la présence des Fanniidae et des Anthomyidae, absentes chez Moualkia et Berguelah, alors que ces derniers ont observé les Stratiomyidae et Piophilidae, non retrouvées dans notre expérience. Ces variations s'expliquent probablement par les conditions expérimentales différentes, notamment la suspension du cadavre chez eux, l'application de la chaux dans notre cas, ainsi que des facteurs environnementaux susceptibles d'influencer la diversité et la succession des espèces entomologiques.

De manière distincte ; la composition entomologique globale obtenue dans notre étude avec celle observée spécifiquement sur le cadavre non traité, on remarque des différences marquées dans la dominance des familles. Dans notre travail, les Dermestidae arrivent en tête avec un taux de 34 %, suivis des Calliphoridae (29 %) et des Histeridae (12 %). À l'inverse, sur le cadavre non traité, ce sont les Trogidae qui dominent largement avec 58,13 %, suivis des Calliphoridae (44,06 %) et des Muscidae (32,20 %), comme le rapporte l'étude de **Moualkia et Berguelah (2023)** menée sur un lapin suspendu. Cette forte présence des Trogidae reflète probablement une activité prolongée au stade de décomposition avancée, tandis que la prédominance des Dermestidae dans notre étude suggère une importante activité de

dessiccation sur l'un ou les deux cadavres, notamment celui traité à la chaux. Par ailleurs, les familles comme les Sarcophagidae, les Staphylinidae et les Silphidae restent faiblement représentées dans les deux cas, traduisant leur apparition plus tardive ou en effectif réduit ce résultat est conforme avec celui de **Guerroudj (2017)** sur un cadavre de lapin. Ainsi, la différence dans la répartition des familles peut s'expliquer par les conditions expérimentales spécifiques (présence ou non de chaux) et les stades de décomposition majoritairement représentés au moment du prélèvement.

En comparant nos résultats avec ceux de (**Aouachria, Kh et Ferak, M 2021**), plusieurs différences importantes émergent selon le type de traitement appliqué aux cadavres. Pour le cadavre de lapin brûlé, la famille Calliphoridae domine avec 41,76 %, suivie par les Dermestidae (21,37 %) et les Histeridae (16,96 %). En revanche, sur le cadavre non brûlé, les Calliphoridae restent dominants (30 %), mais d'autres familles comme les Trogidae et les Histeridae (chacune à 14 %) sont davantage représentées, montrant ainsi que le traitement thermique influence significativement la structure de la faune nécrophage. De la même manière, en analysant les résultats obtenus pour le cadavre non traité et celui recouvert de chaux, on remarque un changement notable dans la composition faunique. Le cadavre exposé à l'air libre est fortement colonisé par les Calliphoridae (44,06 %) et les Muscidae (32,20 %), tandis que dans le cas du cadavre recouvert de chaux, leur présence diminue au profit des Sarcophagidae (24,69 %). Chez les Coléoptères, la famille des Histeridae devient nettement dominante sur le cadavre traité à la chaux (66,66 %), alors qu'elle est moins représentée sur celui non traité (23,25 %). Ces résultats confirment ceux obtenus par (**Aouachria, Kh et Ferak, M 2021**), qui ont montré que le type de substrat (brûlé ou non) influence considérablement la dynamique de colonisation des insectes nécrophages.

L'examen comparatif entre notre étude et celle réalisée par (**Houacino, C et Mihoub, R 2024**) met en évidence plusieurs différences méthodologiques et quantitatives. D'une part, leur travail s'est basé sur un seul cadavre de lapin exposé à l'air libre dans la région de Mila, tandis que notre étude a impliqué deux cadavres : l'un à l'air libre et l'autre recouvert de chaux. D'autre part, leur expérimentation a permis de capturer 160 spécimens appartenant à 13 familles, alors que notre expérience a permis la collecte de 319 spécimens, répartis entre deux ordres (Diptères et Coléoptères), représentant cinq familles. Ces variations peuvent être liées aux conditions expérimentales, notamment à l'effet inhibiteur de la chaux sur certaines espèces nécrophages, ainsi qu'à la durée d'exposition et au protocole de collecte appliqué.

Une autre étude menée par (**Khanti, N et Debbah, A2020**) a réalisé une synthèse de l’entomofaune nécrophage dans deux biotopes distincts de la région de Constantine (Djebel Ouahch et Chaabat Erssas), durant les années 2018 et 2019. Leur inventaire a révélé 40 espèces d’arthropodes, réparties entre cinq ordres d’insectes, ainsi que des collemboles, des acariens et des araignées. L’ordre des coléoptères y est le plus représenté (42 %), suivi des diptères (30 %) et des hyménoptères (14 %). Comparativement, notre étude, bien que concentrée sur une zone expérimentale plus restreinte et sur une période limitée, a permis de recenser 319 spécimens, répartis entre deux ordres principaux (Diptères et Coléoptères). Ces différences peuvent être liées à l’approche méthodologique : leur travail est basé sur une synthèse d’observations multi-sites et multi-années, tandis que le nôtre repose sur une expérimentation contrôlée avec des cadavres exposés à l’air libre et d’autres recouverts de chaux.

Dans l’étude menée par **Koffi (2018)** en Côte d’Ivoire, les expérimentations ont été réalisées sur des cadavres de porcs (*Sus scrofa domesticus*), exposés en milieu ouvert afin de faciliter la colonisation par les insectes nécrophages. Ce choix de substrat, différent du nôtre basé sur des cadavres de lapins, peut expliquer plusieurs divergences observées entre les deux travaux. En effet, Koffi a rapporté la présence de familles de Diptères comme les Piophilidae et les Stratiomyidae, apparues uniquement au stade de décomposition avancée, en raison de leur préférence pour des tissus fortement décomposés, riches en certains types de nutriments. Ces familles n’ont pas été enregistrées dans notre étude, ce qui pourrait s’expliquer par la nature plus petite du substrat utilisé (lapins), mais aussi par la durée ou les conditions environnementales locales (température, humidité, etc.). Du côté des Coléoptères, leur apparition a été notée uniquement aux stades avancés de décomposition et de squelettisation. Koffi a identifié les familles suivantes : Histeridae, Cleridae, Dermestidae, Tenebrionidae, Trogidae et Scarabaeidae, certaines étant totalement absentes de notre expérimentation. Ces différences peuvent être attribuées non seulement au substrat animal utilisé, mais également à l’application de la chaux dans l’un de nos dispositifs, qui a sans doute inhibé ou modifié l’activité de colonisation de certaines espèces. De plus, comme indiqué dans leur étude, les Calliphoridae ont été les premiers colonisateurs, ce qui rejoint nos observations. Cependant, la composition et la richesse en espèces de l’entomofaune varient fortement selon le substrat, la taille du cadavre, et les conditions expérimentales.

Les résultats obtenus dans notre expérimentation sur une période de 26 jours ont permis de mettre en évidence une nette variation dans l’abondance et la diversité des insectes

nécrophages en fonction des conditions environnementales, notamment la température et l'humidité. Cette observation rejoint les conclusions de **Hamel Khaled (2011)**, qui a démontré que le développement larvaire des Calliphoridae était directement influencé par la température : à 25 °C en étuve, la transformation de la larve L3 jusqu'à l'émergence s'est effectuée en 9 jours, contre 12 jours à température ambiante, soulignant un effet accélérateur de la chaleur. De même, dans notre étude, nous avons constaté que les périodes les plus chaudes étaient associées à une colonisation plus rapide et à une activité accrue des insectes nécrophages, en particulier chez les Diptères. Ces données soutiennent l'idée qu'il existe une corrélation positive entre température et vitesse de développement des insectes, ce qui constitue un paramètre déterminant pour l'estimation de l'intervalle post-mortem.

Selon le travail de **Moualkia et Berguelah (2023)**, le nombre d'insectes commence à augmenter légèrement lorsque la température atteint 26 °C, décroît ensuite à 17 °C, puis atteint son maximum au 16<sup>e</sup> jour de décomposition, toujours à une température de 26 °C. Cette évolution indique que des températures modérées à élevées favorisent le développement des insectes nécrophages. Ces observations rejoignent nos propres résultats, où l'on note également une augmentation du nombre d'insectes lorsque la température varie entre 21 °C et 26 °C. À l'inverse, l'humidité relative semble avoir un impact moins marqué : bien que sa courbe reste relativement stable, une légère tendance décroissante est observée. Cela suggère que, dans notre cas comme dans celui de **Moualkia et Berguelah (2023)**, la température joue un rôle plus déterminant que l'humidité dans l'activité entomologique.

# **CONCLUSION**

## 1. CONCLUSION

L'étude de la décomposition cadavérique et de la succession entomologique reste un outil essentiel dans le cadre médico-légal, notamment pour l'estimation du délai post-mortem. Les facteurs environnementaux, la nature du substrat et les éventuels traitements appliqués au corps jouent un rôle déterminant dans le rythme et la dynamique de colonisation par les insectes nécrophages. À travers l'observation de deux cadavres de lapins – l'un exposé à l'air libre, l'autre recouvert de chaux – ce travail a permis de mieux comprendre l'influence concrète de la chaux sur le déroulement de la décomposition ainsi que sur l'activité des insectes associés. L'analyse des résultats a révélé des différences nettes entre les deux situations. Le cadavre non traité a suivi un schéma classique de décomposition, avec une colonisation rapide par les Diptères, notamment les Calliphoridae, dès les premières 24 à 48 heures. Les stades de décomposition se sont succédé de façon attendue, avec des transitions bien marquées entre le stade frais, gonflé, actif, avancé, puis desséché. À l'opposé, le cadavre recouvert de chaux a présenté un ralentissement global du processus. Les stades étaient plus longs, parfois retardés, et certains signes classiques – tels que l'odeur forte ou la fluidification rapide des tissus – étaient atténus. La colonisation entomologique, elle aussi, a été perturbée. Les Diptères n'ont pas été immédiatement attirés, leur nombre était réduit, et leur arrivée s'est faite plus tardivement que dans le cas du cadavre non traité. En ce qui concerne les hypothèses formulées en début d'étude, les observations obtenues permettent de les confirmer dans leur ensemble. L'hypothèse selon laquelle la chaux ralentirait la décomposition s'est vérifiée : sa présence semble avoir créé une barrière chimique et physique empêchant une évolution normale des tissus. La seconde hypothèse, liée à la perturbation de la succession entomologique, est-elle aussi validée. Non seulement la diversité spécifique était plus faible sur le cadavre traité, mais la structure même de la succession a été modifiée. Les Diptères pionniers ont été moins nombreux et remplacés, à des stades plus avancés, par des Coléoptères comme les Dermestidae ou les Histeridae, plus tolérants aux conditions moins favorables. Enfin, l'hypothèse portant sur la variation de l'abondance et de la répartition des familles d'insectes a également été confirmée : la chaux n'a pas empêché complètement la colonisation, mais elle en a modifié la dynamique. Ces résultats viennent enrichir les connaissances existantes en entomologie médico-légale, en soulignant l'importance de considérer les traitements corporels, comme l'ajout de chaux, lors de l'interprétation des données entomologiques. Ils rappellent également que les insectes, en tant que bioindicateurs,

réagissent de manière fine aux variations du milieu. Toute tentative de dissimulation ou de manipulation d'un cadavre peut donc laisser une trace observable dans la succession entomologique, à condition de disposer d'une grille d'analyse rigoureuse. En conclusion, cette recherche a permis de mettre en évidence l'interaction complexe entre les conditions extérieures, les stades de décomposition et la dynamique des insectes nécrophages. Elle renforce l'idée que l'étude de la faune cadavérique constitue un outil fiable, à condition de prendre en compte les nombreux paramètres pouvant influencer son évolution.

# **REFERENCES**

# **BIBLIOGRAPHIQUES**

- Abdoune, L. & Achour, A. (2018).** Influence du vent sur les insectes nécrophages. Mémoire, Université de Sétif.
- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2000).** Forensic entomology. Naturwissenschaften, 87(2), 51–65.
- Amendt, J., Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & Hall, M. J. R. (2004).** Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. International Journal of Legal Medicine, 118(2), 65–68.
- Anderson, G. S. (2001).** Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In Byrd & Castner (Eds.), *Forensic Entomology*. CRC Press.
- Anonyme (2018a).** Morphologie générale d'une mouche – vue dorsale et latérale. Source non précisée.
- Anonyme (2018c).** Illustrations des espèces de Diptères. Source non précisée.
- Anonyme (2018d).** Morphologie des Coléoptères et formes larvaires. Source non précisée.
- Anton et al. (2011).** Étude sur la colonisation des cadavres. Source non précisée.
- Aouachria, K. & Ferak, M. (2021).** Contribution à l'étude de la succession entomologique sur des cadavres de lapins domestiques. Mémoire de Master, Université de Constantine 1.
- Arnett, R. H., Thomas, M. C., Skelley, P. E., & Frank, J. H. (2002).** American Beetles. Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press.
- Arnaldos, M. I., et al. (2005).** Estimation of postmortem interval. *Forensic Science International*, 149, 57–65.
- Belkhiri, W. (2018).** Étude des stades de décomposition de lapins. Mémoire, Université de Batna.
- Benabbas, A. (2020).** Impact cadavérique sur la flore. Thèse de doctorat, Université Mentouri.
- Benmira S., 2010-** Contribution à l'étude systématique des insectes nécrophages d'intérêt

médico-légal, Mémoire de Master Université de Constantine, 39p.

**Benmira, Y. (2018).** Entomofaune nécrophage en région semi-aride. Mémoire de Master, Université de Tiaret.

**Benecke, M. (2001).** A brief survey of the history of forensic entomology. *Acta Biologica Benrodis*, 14, 15–38.

**Benecke, M. (2002).** *Forensic Entomology: Insects as Evidence*. Krieger Publishing Company.

**Bensaada.F, Baba Aissa N, Saifi.M, Doumandji.S., 2014-** First Data on Insects to Forensic Interest in the Region of Gouraya, Algeria. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 3(2) : 2319-1473

**Bergeret, A. (1850).** Première estimation médico-légale par entomologie. *Archives de Médecine Légale*.

**Bonacci, T. et al. (2011).** Crematogaster scutellaris nécrophage. *Journal of Forensic Sciences*, 56(6), 1524–1527.

**Bornemissza, G. (1957).** The process of litter decomposition. *Australian Journal of Zoology*, 5(2), 113–120.

**Bouchehit.H., 2014-** Contribution à l'étude des Coléoptères impliqués dans la décomposition de substrats de petites tailles. Cas particulier *Dermestes peruvianus* (Laporte de Castelnau, 1840) *Insecta Coleoptera*.

**Boukhari, S. & Bouraiou, A. (2017).** L'entomologie médico-légale en Algérie. *Revue Sciences et Technologies C*, N°45.

**Boukhalkhal, A. (2018).** Impact de la décomposition sur la microfaune édaphique en sol argileux. Thèse, Université Mentouri.

**Boulay, R. (2015).** Les insectes nécrophages : acteurs clés. *Insectes & Sociétés*, CNRS.

**Bourel, B., Tournel, G., Hedouin, V., Gosset, D., & Devos, D. (2004).** Influence of wrapping a cadaver on carrion insect colonization. *Medicine, Science and the Law*, 44(2), 127–133.

**Bouteldja, A. & Lakhlef, A. (2023).** Étude entomologique des cadavres de lapins. Revue Algérienne des Sciences Forensiques, 8(2), 99–110.

**Byrd, J. H. & Castner, J. L. (2001).** Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. CRC Press.

**Byrd, J. H. & Castner, J. L. (2010).** Forensic Entomology (2<sup>e</sup> éd.). CRC Press.

**Campobasso, C. P., et al. (2001).** Factors affecting decomposition. Forensic Science International, 120(1), 18–27.

**Carter, D. O., Yellowlees, D., & Tibbett, M. (2007).** Cadaver decomposition and soil ecology. Soil Biology & Biochemistry, 39, 1363–1371.

**Castner, J. L., et al. (1995).** Piophilidae biology and forensic use. Publication interne, CRC Press.

**Charabidze, D. (2008).** Entomologie médico-légale. Annales Médico-Psychologiques, 166(6), 605–610.

**Charabidze, D. (2012).** Entomologie médico-légale : les insectes au service de la justice. Éditions Quae.

**Charabidze. D, Vincent.B, Pasquerault.T & Hedouin.V., 2015-** The biology and ecology of *Necrodes littoralis*, a species of forensic interest in Europe. In t J Le gal Med. 5-1253-8

**Chen, W. Y., Hung, T. H., & Shiao, S. F. (2014).** Species succession on pig carcasses. Journal of Forensic and Legal Medicine, 23, 45–51.

**Cruise, A., Haskell, N., & Lord, W. (2018).** Entomological evidence in homicide. Journal of Forensic Sciences, 63(5), 1412–1418.

**Dagnélie, P. (1989).** Théorie et méthodes statistiques. Vol. 2. Presses agronomiques de Gembloux.

**Danell, K., et al. (2002).** Influence of carcasses on biodiversity. Ecological Monographs, 72(1), 1–24.

**Dajoz, R. (2000).** Précis d'écologie. Dunod.

**Dekeirsschieter, J., et al. (2012).** Seasonal variation in insect colonization. *Forensic Science International*, 222, 160–166.

**Delvare, G. & Alberlenc, H. J. (1989).** Les insectes : morphologie et anatomie. CIRAD-PRIFAS, France.

**Di Luise, E., Introna, F., & Campobasso, C. P. (2008).** Entomotoxicologie et drogues. *Forensic Science International*, 177, e19–e22.

**Disney, R. H. L. (1994).** Phoridae biology and taxonomy. *Annual Review of Entomology*, 39, 453–473.

**Faucherre, J., Cherix, D. & Wyss, C. (1999).** Behavior of necrophagous flies. *Medical and Veterinary Entomology*, 13(2), 245–250.

**Frederickx, C., Van de Voorde, W., & Verstraete, A. G. (2011).** Entomotoxicology. *Forensic Science International*, 206(1-3), 178–182.

**Gaudry, E., Wyss, C., & Cherix, D. (2007).** Entomologie médico-légale : bases scientifiques et applications. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

**Gennard, D. E. (2007).** Forensic Entomology: An Introduction. Wiley.

**Gilliott, C. (1995).** Entomology (2nd ed.). Plenum Press.

**Gill, T. (2005).** Insects in forensic investigations. University of Texas Press.

**Goff, M. L. (1993).** Estimation of postmortem interval using arthropods. *Forensic Science Review*, 5(2), 81–94.

**Greenberg, B. (1991).** Flies as forensic indicators. *Annual Review of Entomology*, 36, 147–171.

**Haskell, N. H. & Williams, R. E. (2009).** Insects and death: from human decay to legal evidence. In Byrd & Castner (Eds.), *Forensic Entomology*. CRC Press.

**Hanski I., 1989- Dung Beetles. 1989** Elsevier Science Publishers B. V., 2009 - Amsterdam – Printed in the Netherlands

**Hackson, L. (2013).** Anatomie des Coléoptères. *Entomology Today*, 19(2), 42–49.

**Hocking M. D. Darimont C. T. Christie K. S. Reimchen T. E., 2007-** Niche variation in burying beetles (*Nicrophorus* spp.) associated with marine and terrestrial carrion. *Can. J. Zool.*, 85: 437-442.

**Hogue, C. L. (1993).** Latin American Insects and Entomology. University of California Press.

**Houacinou, C. & Mihoub, R. (2024).** Analyse entomologique d'un cadavre de lapin. Mémoire de Master, Université de Mila.

**Jean-Pierre Mégnin (1894).** La faune des cadavres : application de l'entomologie à la médecine légale. Encyclopédie scientifique.

**Khanti, N. & Debbah, A. (2020).** Entomofaune nécrophage en région saharienne. *Revue Écologie et Santé*, 4(2), 45–52.

**Koffi, A. (2018).** Étude de la faune entomologique nécrophage en milieu urbain. Mémoire, Université Félix Houphouët-Boigny.

**Magni, P. A., Visonà, S. D., & Dadour, I. R. (2021).** Environmental effects on decomposition. *Forensic Science International*, 325, 110851.

**Manlove, C. N. & Disney, R. H. L. (2008).** Phorid flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, 45(4), 638–641.

**Matuszewski, S., Szafalowicz, M., & Jarmusz, M. (2008).** Insect succession and human cadavers. *Forensic Science International*, 174(1), 34–43.

**Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S., & Szpila, K. (2019).** Study of insect succession on human cadavers. *Journal of Medical Entomology*, 56(6), 1556–1567.

**Madea, B., Musshoff, F., & Dettmeyer, R. (2021).** Postmortem changes and time of death. In *Handbook of Forensic Medicine* (2nd ed.). Wiley-VCH.

**Merrick J. et Smith R. J., 2004-** Temperature regulation in burying beetles *Nicrophorus* spp. (Coleoptera: Silphidae): effects of body size, morphology and environmental temperature. *The Journal of Experimental Biology*, 207: 723-733.

**Mezedjri, A. (2008).** Influence des paramètres abiotiques sur la faune nécrophage. Mémoire, Université Mentouri Constantine.

**Meskaldji, A. & Abed, A. (2018).** L'entomologie médico-légale en Algérie. *Journal Algérien de Médecine Légale*, 9(1), 21–29.

**Menezes L. C. C. R. Rossi M. N. Reigoda C., 2005-** Consequences of refuge for the functional response of *Dermestes ater* (Coleoptera: Dermestidae) to *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Popul Ecol.* 47: 213-219.

**Michaud, J. P., et al. (2010).** Colonisation des cadavres par les Staphylinidae. *Forensic Entomology Reports*, 5, 44–51.

**Midgley J. M et Villet M. H., 2009.** Development of *Thanatophilus micans* (Fabricius 1794) (Coleoptera: Silphidae) at constant temperatures. *Int. J. Legal Med.* 8 p.

**Moualkia, A. & Berguelah, H. (2023).** Insectes nécrophages sur cadavre suspendu. Mémoire de Master, Université de Guelma.

**Nia. N., 2012.** Contribution à l'étude des coléoptères bio-indicateurs en entomologie forensique. Mémoire de Master Université de Constantine. 42p.

**Powell, J. A. (2009).** Morphology and Identification of Beetles. University of California Publications in Entomology.

**Ramdane E., 2011** .Contribution à l'étude de la biodiversité des insectes nécrophages prélevés sur un cadavre animal, Mémoire de Master Université de Constantine.

**Rosenbaum. F, Devigne.C & Charabidzé.D., 2016-** Ecologie des Dermestidae, une famille de Coléoptères nécrophages associée aux cadavres squelettisés. Journal homepage , 2168-6351

**Robinson, G. S. & Nielsen, E. S. (1993).** Tineid moths of the world. Bulletin of the Natural History Museum, 62(1), 1–113.

**Sapanet, M. (2020).** Médecine légale pratique : guide du praticien hospitalier. Éditions Lavoisier.

**Schoenly, K. G., Haskell, N. H., & Hall, R. D. (2007).** Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 52, 119–142.

**Smith, K. G. V. (1986).** A Manual of Forensic Entomology. British Museum (Natural History).

**Sung Tz'u (1235).** Le lavage des injustices. Premier traité connu d'entomologie médico-légale en Chine.

**Tabor, K. L., Fell, R. D., & Brewster, C. C. (2005).** Insect succession on exposed carrion. *Forensic Science International*, 150(1), 73–80.

**Velásquez1 Y et Viloria Angel L., 2009-** Effects of temperature on the development of the Neotropical carrion beetle *Oxelytrum.discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Silphidae).

**Villet, M. H. & Amendt, J. (2011).** Forensic entomology: a global overview. In Amendt et al. (Eds.), *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer.

**Woodcock L, Gennard D, Eady P., 2013**-Egg laying preferences and larval performance in *Dermestes maculatus*. *Entomol Exp Appl*.

**Wyss, C. & Cherix, D. (2006).** *Entomologie forensique : les insectes au service de la justice*. Lausanne : PPUR.

**Wyss, C. & Cherix, D. (2013).** Succession entomologique et estimation de l'IPM. *Revue Suisse de Zoologie*, 120(4), 675–684.

**Wyss, C. & Cherix, D. (2014).** Biologie des Diptères nécrophages en milieu alpin. *Entomologia Helvetica*, 7, 22–31.

**Zhantiev R. D., 2008-** Ecology and Classification of Dermestidae Beetles (Coleoptera, Dermestidae) of the Palearctic Fauna. *Zoologicheski Zhurnal*, Vol. 88, No. 2, pp. 176-192.

# **RESUME**

## الملخص

يتناول هذا البحث دراسة مقارنة لتحلل الجثث وتتنوع الحشرات النخامية المرتبطة بجثتين لأرانبين، أحدهما معرض للهواء والآخر مغطى بالجير. الهدف من الدراسة هو تتبع مراحل التحلل، وتحديد أنواع الحشرات الحاضرة في كل مرحلة، وتقدير تأثير الجير على تعاقب الحشرات. أُجريت التجربة خلال 23 يوماً في موقع طبيعي بمنطقة شعب العرصبة. أظهرت النتائج أن استخدام الجير يُبطئ عملية التحلل، ويؤثر على مدة المراحل المختلفة، ويُغير من تنوع وكثافة الحشرات. تم تحديد 11 عائلة من الحشرات، حيث هيمن الذباب على الجثة غير المعالجة، بينما سيطرت الخنافس على الجثة المعالجة. تؤكد هذه النتائج أهمية الظروف البيئية والمعالجات الكيميائية في تحديد ديناميكية استعمار الحشرات للجثث.

**الكلمات المفتاحية:** تحلل الجثث. الحشرات النخامية. التعاقب الحشري. الجير الحي. الحشرات في الطب الشرعي. الأرنب.

## **ABSTRACT**

This study presents a comparative study of cadaveric decomposition and associated necrophagous insect fauna using two rabbit carcasses: one exposed to open air and the other covered with lime. The aim was to observe the stages of decomposition, identify the insect families present at each stage, and evaluate the effect of lime on entomological succession. Conducted over a 23-day period at Chaabat Erssas, the study showed that lime application slows down decomposition, alters the timing of stages, and impacts insect diversity and abundance. Eleven insect families were identified, with Diptera being dominant on the untreated carcass and Coleoptera on the treated one. These findings underline the influence of environmental and chemical factors on the insect colonization dynamics of cadavers.

**Keywords:** Cadaveric decomposition ; Necrophagous insects ; Entomological succession ; Quicklime ; Forensic entomology ; Rabbit.

# *Etude de la faune de nécrophages en Algérie*

Soutenu le : 23/06/2025

Houcini Serine Yasmine

El Guachi Ibtihal

## Résumé

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une recherche en entomologie médico-légale, menée au laboratoire de biosystématique et d'écologie des arthropodes à Chaâbat Erssas (Constantine). L'objectif principal était d'évaluer l'effet de la chaux vive ( $\text{CaO}$ ) sur la décomposition cadavérique et la colonisation entomologique, en comparant deux cadavres de lapins : l'un exposé à l'air libre, l'autre recouvert de chaux. L'expérimentation a duré plus d'un mois (avril–mai 2025) avec une observation quotidienne des stades de décomposition et une collecte rigoureuse des insectes. Plusieurs familles d'insectes nécrophages ont été identifiées, principalement des Diptères (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) et des Coléoptères (Histeridae, Staphylinidae, Dermestidae, Silphidae, Trogidae). Les analyses ont montré une plus grande diversité et abondance sur le cadavre témoin. Les résultats indiquent que la chaux ralentit le processus de décomposition et retarde l'arrivée des premières vagues d'insectes, mais n'empêche pas totalement leur activité. Ces observations confirment l'importance de l'entomofaune comme indicateur du temps écoulé depuis la mort, et soulignent l'intérêt d'approches régionales en entomologie forensique.

**Mots clés ; Entomologie médico-légale ; Insectes nécrophages ; Décomposition cadavérique ; Chaux vive ( $\text{CaO}$ ) ; Diptères ; Coléoptères ; Lapin ; Entomofaune ; Constantine ; Chaâbat Erssas.**

**Président du jury :** Dr.Chaib (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Encadrant :** Dr. Guerroudj -latrech Fatima Zohra (MCB – U Sétif A Ferhat Abbas).

**Examinateur(s) :** Dr.Kohil (Professeur - U Constantine 1 Frères Mentouri)