



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة

كلية عاوم الطبيعة و الحياة

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 (BCPI)

Intitulé :

Contribution à l'étude de la décomposition d'un cadavre
suspendu et sa colonisation par les Coléoptères nécrophages

Présenté et soutenu par :

Le : 20/ 06/2023

**MOUALKIA ELINA AYAT ERRAHMANE
BERGUELLAH KHOULOU**

Jury d'évaluation :

Président du jury : Dr. KOHIL Karima MCA (MCA - UFM Constantine).

Rapporteur : Dr. GUERROUDJ Fatima Zohra (MCB à Université Farhat Abbas, Sétif 1)

Examineurs : Dr. BENMIRA Selma El Batoul (MCB à centre universitaire Abdelhafid

Boussouf Mila)

*Année universitaire
2022-2023*

Remerciement

Avant tout, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers Dieu Tout-Puissant pour nous avoir donné la force et le courage nécessaires pour accomplir cette humble tâche.

Ensuite, nous tenons à adresser nos sincères remerciements à notre directrice de thèse, Mme **Geurroudj Fatima-Zohra**, pour avoir accepté de superviser ce travail et pour nous guider, soutenir et encourager tout au long de cette expérience. Sa présence a été une source de motivation constante.

Nous souhaitons également exprimer notre sincère reconnaissance envers le jury, composé de Mme **Benmira Selma el-Batoul** et Mme **Kohil Karima**, pour avoir accepté de discuter notre recherche et pour leur intérêt manifeste envers celle-ci.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre reconnaissance envers M. **Bahri**, responsable de l'animalerie du laboratoire, pour ses efforts et son aide précieuse.

Et n'oublions pas de remercier M. **Fouad**, l'ingénieur de laboratoire, pour son assistance continue et la mise à disposition de tout le matériel dont nous avons besoin.

En outre, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers toute l'équipe pédagogique du Laboratoire des biosystematique et d'Ecologie des Arthropodes, dont les membres ont contribué à rendre ce travail possible.

Je dédie ce mémoire à Mes parents :

Ma mère **Meriem**, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ces précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père **Nour Eddine** , qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie car il a été mon soutien et mon moteur à chaque étape de ma vie, soutenant mes décisions et m'apportant un soutien indéfectible.. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mon âme sœur, **Hadil**, ma petite **Tasnim** et mon petite frère et l'amour de ma vie **Mohamed** .

Merci beaucoup d'être là pour moi Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé

A ma famille **Moualkia** ,à mon grand-mère aicha mes ancle et Ma tante d'amoure Amel et mes oncles

A ma deuxième famille **Belloum** Mes tantes que son une part de mon cœur et oncles

Merci d'être présent dans ma vie.

Je suis fière d'être votre fille

Pour les personnes qui nous ont quittés et comptaient beaucoup pour nous Mon succès est pour vous , Que Dieu leur fasse miséricorde

A tous mes collègues depuis le primaire Aux personnes qui n'ont toujours aidé et encouragé

Z.Abir , B,Amira. B.rania. B.ahlam . et tout mes amis ,

et ma deuxième famille **Scout essabil**

Merci à vous

Elina

Dédicaces

A mon soutien, soutien, et modèle éternel, sans qui je n'aurais pas été ici, mon cher père **Abd El Wahab**, qui trouve ici le fruit de nombreuses années de sacrifice pour m'aider. Merci pour votre soutien continu.

à ma force et à mon bonheur; Ma chère mère, **Nadia**, qui a été la raison de mon succès, après Dieu Tout-Puissant, avec son amour et son soutien, et tous les sacrifices et les conseils qu'elle m'a donnés. Merci d'être dans ma vie.

A qui mon chagrin était leur chagrin et ma joie leur joie Compagnons de mes jours Mes sœurs **Tahani ;Alaa** et **Idris** Que Dieu fasse de votre vie des joies et des délices

À mes chers amis **Ilham** et **Fariel** qui m'a accompagné tout au long de mon parcours universitaire, merci pour ton soutien, ton amour et tes encouragements

Merci

Khouloud

SOMMAIRE

1. Aperçu sur l'entomologie	3
-----------------------------------	---

2. Généralités sur l'entomologie forensique.....	3
2.1 Définition de l'entomologie forensique.....	3
2.2 Historique de l'entomologie forensique	3
2.3 Détermination de l'intervalle post-mortem (IPM)	4
2.3.1 Principe de l'intervalle post-mortem	5
2.3.1.1 l'IPM court.....	5
2.3.1.2 l'IPM long.....	5
3. Décomposition d'un cadavre à l'air libre et intervention des insectes	5
3.1 Facteurs affectant le processus de décomposition	6
3.1.1 Température	6
3.1.2 Humidité :	6
3.1.3 Composition chimique	6
3.1.4 Activité des décomposeurs.....	6
3.1.5 Oxygène	7
3.1.6 Taille et forme du corps	7
3.1.7 Blessures et maladies.....	7
3.1.8 Substances chimiques	7
4. La colonisation d'un cadavre par les Arthropodes	7
4.1 Les insectes nécrophages ou les insectes d'intérêt médico-légal.....	8
4.1.1 Les Diptères nécrophages	9
4.1.1.1 Généralités sur les Diptères :.....	9
4.1.1.2 Principales familles de Diptères nécrophages	9
4.1.2 Les hyménoptères	10
4.1.3 Les Lépidoptères	11
4.1.4 Les Coléoptères nécrophages	11
4.1.4.1 Généralités sur les Coléoptères	11
5. les colonisateurs tardifs	15
1.Présentation du Site d'étude.....	16
2.Matériel et Méthodes.....	16

1-1 Matériel biologique :	16
2.2 Matériel utilisé au laboratoire	17
3-Suivi de l'état du cadavre au cours de sa décomposition.....	20
4.Traitement au laboratoire des insectes récoltés	20
5.Méthodes d'exploitation des résultats	20
5.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition	20
5.1.1 Richesse spécifique totale (S) et moyenne (Sm)	20
5.1.2. Abondance (A)	21
5.1.3. Abondances relatives ou Fréquences centesimales (%)	21
5.2 .Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure	21
5.2.1. Indice de Shannon- Weaver (H') et indice d'équitabilité de Piélu (E)	21
5.2.2. Indice d'équitabilité de Pielo (E)	22
1. Inventaire systématique de l'entomofaune global	23
2. Structure générale de l'entomofaune	24
3. évolution de la décomposition cadavérique	25
4. Effectifs des insectes nécrophages colonisant le cadavre selon les différents stades de décomposition	33
5. Exploitation des résultats par les ndices écologiques de composition	33
5.1 Abondances relatives des familles d'insectes identifiés.....	33
5.2 La richesse totale (S)	34
6. Exploitation des résultats par les indices écologiques de diversité (Indice de Shannon et Equitabilité).....	35
7. Etude des Coléoptères	36
7.1 Abondance des espèces de Coléoptères inventoriées.....	36
7.2. Liste des coléoptères identifiés	37
7.3 Effet de la température sur l'arrivée des insectes nécrophages	39

LISTES DES FIGURES

Figure 1: <i>Calliphora vomitoria</i> . (kallerna 2009).....	9
Figure 2: Les Sarcophagidae (salvador.vitanza 2016).....	10

Figure 3: les fanniidea(Rui Andrade 2008).....	10
Figure 4: Aphidiinae (Bernard Chaubet de l'INRAE).....	11
Figure 5: Lépidoptères S.Ducept	11
Figure 6: Dermestidae (Joyce Gross).....	12
Figure 7: Silphidae : Nicrophorus marginatus (Charles Schurch Lewallen 2007).....	13
Figure 8: Staphylinidae (Katja Schulz 2017)	13
Figure 9: Hister unicolor (Linnaeus, 1758).....	14
Figure 10: Nitidule fascié (Glischrochilus fasciatus).....	14
Figure 11: Geotrupidae (Scriba, 1791)	14
Figure 12: Necrobia rufipes (De Geer, 1775).....	15
Figure 13: Laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes «Chaabat-Erssi».	16
.....	16
Figure 14: préparation du cadavre de lapin suspendu.....	17
figure 15 Figure 15: Matériel utilisé au laboratoire (des photos originale).....	19
Figure 16Pourcentage des ordres d'insectes dans le site	24
Figure 17:Fréquences relatives des familles de Diptères et Coléoptères récoltés sur le cadavre.....	34
Figure 18: La Richesse totale des espèces de Diptères et Coléoptères récoltés sur le cadavre	35
.....	35
Figure 19 : Effet de la température sur l'arrivée des insectes nécrophages	39

Listes des tableau :

Tableau 1: Inventaire systématique de l'entomofaune globale	23
---	----

Tableau 2 Durée en jours des différents stades de décomposition25

Tableau 3 : arrivée de l'entomofaune nécrophage selon les stades de décomposition .**Error!**

Bookmark not defined.

Tableau 4 Indice de Shannon-Weaver et Equitabilité sur le cadavre de lapin35

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'entomologie médico-légale englobe trois principales disciplines, à savoir l'entomologie "urbaine", l'entomologie des denrées stockées, et l'entomologie criminelle, qui est notre domaine d'intérêt particulier (Frederickx et *al.*, 2011). L'entomologie médico-légale repose sur l'utilisation d'insectes nécrophages pour estimer le moment de la mort dans le cadre d'enquêtes judiciaires, et dans certains cas, elle permet de préciser les circonstances du décès (Charabidze, 2008).

Lorsqu'un animal décède, il est rapidement visité et colonisé par de nombreux invertébrés, dont la majorité sont des insectes. Il est important de distinguer clairement les différents groupes fonctionnels qui peuvent se rencontrer sur un cadavre (Wyss C et Cherix D, 2013). Le cadavre constitue un substrat nutritif, un site de reproduction, un refuge, voire un territoire idéal, bien que cela varie au fur et à mesure des processus de décomposition (Wyss & Cherix, 2006).

Des études sur les arthropodes nécrophages ont été menées dans différentes régions du monde afin de déterminer les espèces nécrophages et les modèles de succession (Tabor et al., 2005 cité par Benmira, 2018).

En Algérie, les recherches sur l'entomologie médico-légale sont encore relativement nouvelles et limitées. Quelques études ont été menées par Bensaada et *al.* (2014), Boulkenafet et *al.* (2015), et Guerroudj et Berchi (2016). D'autres travaux ont été initiés afin de développer cette discipline, incluant les contributions de Benmira (2010), Ramdane (2011), Nia (2012), Djeghar et Roubhi (2013), et Bouchehit (2014). Dans ce contexte, notre étude vise à apporter une modeste contribution en approfondissant notre compréhension des insectes nécrophages, en particulier les Coléoptères, dans le domaine médico-légal.

L'objectif principal de notre travail est de caractériser les différents stades de décomposition d'un substrat animal, représenté par un lapin suspendu, en étudiant l'entomofaune des Coléoptères qui colonise le cadavre. Par ailleurs, nous nous intéressons à comparer l'activité de cet ordre d'insectes prédominant en examinant leur succession sur le cadavre animal, tout en évaluant l'impact de l'état du cadavre (suspendu dans notre étude) sur les différentes phases de décomposition.

Pour atteindre nos objectifs, notre étude est organisée en quatre chapitres distincts. Le premier chapitre propose une synthèse bibliographique comprenant un historique de l'entomologie médico-légale, la décomposition d'un cadavre à l'air libre et l'intervention des

insectes, l'utilité des insectes nécrophages en médecine légale, ainsi que l'importance médico-légale des coléoptères.

Le deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés. Nous décrivons le site d'étude ainsi que le modèle animal utilisé dans notre expérience. Les détails concernant le matériel utilisé au laboratoire, les traitements appliqués et l'identification des insectes nécrophages collectés sont également rapportés. De plus, nous incluons les indices écologiques de composition tels que l'abondance et la richesse spécifique.

Le troisième chapitre regroupe les résultats obtenus lors de nos investigations sur le terrain. Cela comprend l'inventaire de l'entomofaune dans son ensemble, le suivi des stades de décomposition cadavérique, l'étude des Coléoptères, ainsi que l'effet de la température sur l'arrivée des coléoptères nécrophages.

Le quatrième chapitre est dédié à la discussion des résultats, en référence aux travaux réalisés à travers le monde. Nous analysons et comparons nos résultats à ceux de la littérature existante.

Enfin, la conclusion récapitule de manière synthétique les principaux résultats obtenus, mettant l'accent sur les perspectives de travaux à envisager pour approfondir nos connaissances dans ce domaine.

Chapitre 1 :
données
bibliographique

1. Aperçu sur l'entomologie

L'entomologie est une branche de la zoologie qui se concentre sur l'étude des insectes, les animaux les plus diversifiés en termes de nombre d'espèces sur Terre. Avec plus d'un million d'espèces identifiées, les insectes occupent une grande variété d'habitats et ont un impact considérable sur les écosystèmes et les communautés humaines (Klowden, 2013). Les entomologistes étudient les insectes sous différents angles, tels que leur classification, leur morphologie, leur anatomie, leur comportement, leur écologie, leur évolution, leur physiologie, leur génétique et leur biotechnologie. L'entomologie utilise également des techniques modernes telles que la biologie moléculaire, la microscopie électronique, l'imagerie numérique, la modélisation mathématique et l'analyse des données pour étudier les insectes (Klowden, 2013).

2. Généralités sur l'entomologie forensique

2.1 Définition de l'entomologie forensique

L'entomologie forensique est une discipline qui étudie les relations entre la présence d'insectes et l'état de décomposition d'un cadavre, avec des applications importantes dans les enquêtes judiciaires (Benecke, 2001; Amendt et *al.*, 2004; Wyss & Cherix, 2006; Gennard, 2007; Frederickx et *al.*, 2010).

Cette science s'appuie sur l'étude du développement thermo-dépendant des insectes colonisateurs sur un principe de succession chronologique de différentes espèces au cours de l'altération cadavérique.

2.2 Historique de l'entomologie forensique

Les premières applications de cette discipline remontent au 13^{ème} siècle, lorsque l'implication des insectes dans une affaire criminelle a été établie. Dans cet événement, après la découverte d'un cadavre dans une rizière, tous les suspects ont été convoqués avec leur outil de fauchage posé devant eux. Seule une faucille a attiré des mouches Diptères de la famille des Calliphoridae, attirées par l'odeur du sang ou des fragments de tissus de l'outil de l'un des suspects qui a alors avoué et a été condamné (Benecke, 2001; Amendt et *al.*, 2004; Wyss & Cherix, 2006; Gennard, 2007; Frederickx et *al.*, 2010).

Au fil du temps, les applications de l'entomologie forensique se sont diversifiées, avec des exemples tels que la disculpation d'un couple de la mort d'un enfant dont les restes avaient été

découverts dans la cheminée de leur nouvelle maison, grâce à l'étude de la succession des espèces nécrophages (Benecke, 2001; Gennard, 2007; Frederickx et *al.*, 2010). Le terme "entomologie médico-légale" a été mentionné pour la première fois en 1994 par Mégnin dans son ouvrage intitulé "La faune des cadavres : Application de l'entomologie à la médecine légale", qui décrit huit vagues d'insectes qui se suivent (Frederickx et *al.*, 2011).

L'entomologie forensique a été reconnue comme une science criminelle à part entière au 20ème siècle (Charabidzé et Bourel, 2007), et des progrès importants ont été réalisés depuis lors dans la compréhension de la biologie des insectes nécrophages, ainsi que dans l'établissement de protocoles de prélèvements d'insectes sur une scène de crime (Charabidzé, 2012b). Des ouvrages d'intérêt ont également été publiés, tels que "Entomology and Death: A Procedural Guide" de Catts et Haskell (1990), ainsi que des travaux de recherche de Leclercq (2009) qui ont contribué à améliorer les connaissances de la biologie des insectes nécrophages et à mieux dater la mort (Frederickx et *al.*, 2010).

Ces dernières années, un regain d'intérêt pour l'entomologie forensique a donné lieu à un certain nombre de commentaires et d'ouvrages d'intérêt sur ce domaine dans les enquêtes criminelles (Miller et Naples, 2002; Greenberg & Kunich, 2005 in Frederickx et *al.*, 2010)

2.3 Détermination de l'intervalle post-mortem (IPM)

L'entomologie médico-légale utilise la détermination de l'intervalle post mortem (IPM) pour évaluer le temps écoulé entre le décès et la découverte du corps, une application essentielle dans le domaine de la médecine légale. Contrairement aux méthodes traditionnelles, telles que l'observation de la rigidité cadavérique, la lividité ou la température corporelle, l'utilisation des insectes nécrophages permet d'obtenir une estimation plus précise de l'IPM (Amendt et *al.*, 2007).

Les insectes nécrophages suivent un cycle de vie bien défini, avec des stades de développement spécifiques, ce qui permet d'utiliser leur présence et leur stade de développement pour déterminer la date de la mort. Les mouches sont particulièrement utiles dans ce contexte, car leur cycle de développement est bien documenté et relativement rapide (Catts et Goff, 1992).

Cependant, il est important de souligner que la détermination de l'IPM à partir des insectes nécrophages est une méthode indirecte et peut être influencée par divers facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité et la présence de substances chimiques dans le corps. Par conséquent, la précision de cette méthode dépend de la capacité de l'entomologiste à identifier correctement les espèces d'insectes, à évaluer leur stade de

développement et à prendre en compte tous les facteurs environnementaux qui peuvent affecter leur croissance et leur développement (Amendt et *al.*, 2007 ; Payne, 1965).

2.3.1 Principe de l'intervalle post-mortem

2.3.1.1 l'IPM court

Qui se concentre sur la détermination de l'âge des insectes sur le cadavre en fonction de leur cycle de développement, ce qui permet de définir l'âge approximatif de la dépouille. Cependant, le temps nécessaire aux insectes pour localiser le cadavre peut influencer la précision de l'estimation. Les facteurs climatiques tels que la température et l'humidité sont également des éléments clés qui conditionnent le cycle de développement des larves (Charabidzé, 2008; Wells et Lamotte, 2001).

2.3.1.2 l'IPM long

qui est une estimation à plus long terme basée sur l'examen de la succession chronologique des espèces ou des vagues de la nécrofaune tout au long de la décomposition d'un cadavre. Cette méthode est plus complexe car la dégradation du corps et le cycle de développement des insectes peuvent être influencés par les conditions climatiques locales. En outre, les chevauchements entre les différentes vagues d'insectes peuvent également affecter la précision de l'estimation. Cependant, cette méthode peut fournir des informations utiles si elle est réalisée avec soin et tenue compte de tous les facteurs environnementaux qui peuvent affecter la décomposition du corps et le développement des insectes (Charabidzé, 2012a ; Dekeirsschieter, 2012 b; Gaudry, 2009; Wyss et Cherix, 2006).

3. Décomposition d'un cadavre à l'air libre et intervention des insectes

La décomposition d'un cadavre est un processus dynamique résultant de l'autolyse et de la putréfaction, qui entraîne une série de modifications post-mortem appelée thanatomorphose (Campobasso et *al.*, 2001).

La durée de ce processus dépend de divers facteurs intrinsèques et extrinsèques au corps, notamment l'âge, la masse corporelle, la cause du décès, l'hygiène corporelle, l'intégrité du corps, la présence de vêtements, la zone biogéoclimatique, l'emplacement du corps et l'accessibilité du corps aux organismes vivants tels que les insectes (Wells et Lamotte, 1995; Anderson, 2001; Campobasso et *al.*, 2001).

Selon Reed (1958, in Kocárek, 2003), la dégradation d'un corps se divise en quatre étapes : le stade initial (fresh), la décomposition active avec gonflement (active decay - bloating), la

décomposition avancée (advanced decay) et le stade de dessèchement. Cependant, il est difficile d'identifier précisément la fin d'un stade et le début du suivant (Campobasso et *al.*, 2001).

De tous les facteurs, la température ambiante et l'accessibilité du cadavre aux insectes sont les plus prédominants dans la décomposition d'un corps (Campobasso et *al.*, 2001). Mann et *al.* (1990) ont classé tous les facteurs variables dans un tableau en fonction de leur influence sur le processus de décomposition. Chaque item correspond à un certain nombre de points dont le maximum est 5.

3.1 Facteurs affectant le processus de décomposition

Le processus de décomposition d'un corps peut être influencé par plusieurs facteurs, notamment la température, l'humidité, la composition chimique du corps et l'activité des décomposeurs :

3.1.1 Température

La température est un facteur important qui affecte le taux de décomposition d'un corps. Selon Mann et *al.* (2021), les décomposeurs sont plus actifs à des températures comprises entre 20°C et 40°C, et le taux de décomposition diminue rapidement en dehors de cette plage.

Des températures extrêmes, comme celles en dessous de 0°C ou au-dessus de 60°C, peuvent ralentir ou arrêter complètement le processus de décomposition.

3.1.2 Humidité :

L'humidité est également un facteur clé dans le processus de décomposition. Comme le soulignent Goffin et *al.* (2021), l'eau est essentielle pour permettre aux micro-organismes de se déplacer et de se reproduire. Cependant, un excès d'eau peut limiter l'activité des décomposeurs en créant des conditions anaérobies, où l'absence d'oxygène ralentit le processus de décomposition.

3.1.3 Composition chimique

La composition chimique du corps peut également affecter le taux de décomposition. Selon Schoenly et *al.* (2019), les corps riches en graisse ou en protéines peuvent se décomposer plus rapidement que les corps riches en glucides ou en fibres, car les graisses et les protéines sont plus faciles à décomposer pour les micro-organismes.

3.1.4 Activité des décomposeurs

Enfin, la présence et l'activité des décomposeurs tels que les bactéries, les champignons et les insectes sont essentielles pour le processus de décomposition. Comme le soulignent Mann et *al.* (2021), les décomposeurs peuvent être affectés par des facteurs tels que la température, l'humidité et la disponibilité des nutriments.

3.1.5 Oxygène

La présence d'oxygène peut accélérer le processus de décomposition en permettant aux bactéries aérobies de se développer et de décomposer les tissus plus rapidement. Cependant, en l'absence d'oxygène, les bactéries anaérobies peuvent également décomposer les tissus, mais cela se produit plus lentement et peut produire des gaz malodorants tels que le méthane (Schoenly et *al.*, 2019).

3.1.6 Taille et forme du corps

Les corps plus petits se décomposent généralement plus rapidement que les corps plus grands, car ils ont une surface plus importante par rapport à leur volume, ce qui facilite l'accès des décomposeurs aux tissus. La forme du corps peut également affecter la décomposition, car les parties exposées à l'air se décomposent plus rapidement que les parties cachées sous le sol ou sous l'eau (Goffin et *al.*, 2021; Schoenly et *al.*, 2019).

3.1.7 Blessures et maladies

Les blessures ou les maladies peuvent affaiblir le système immunitaire du corps et faciliter la colonisation par des décomposeurs, accélérant ainsi le processus de décomposition (Mann et *al.*, 2021).

3.1.8 Substances chimiques

La présence de substances chimiques telles que des médicaments, des produits de conservation ou des pesticides dans le corps peut affecter la décomposition en tuant ou en inhibant les décomposeurs, ou en altérant la composition chimique du corps (Schoenly et *al.*, 2019).

4. La colonisation d'un cadavre par les Arthropodes

L'estimation du temps de décès dépend en grande partie de la colonisation du cadavre par les arthropodes. Les arthropodes peuvent être classés en trois groupes : **les nécrophages**, **les prédateurs** et **les parasites** Amendt et *al.* (2004),

- **Les nécrophages** : se nourrissent de la matière organique en décomposition.
- **les prédateurs** : se nourrissent d'autres arthropodes sur le cadavre.
- **les parasites** : se nourrissent du sang ou des tissus des animaux sur le cadavre.

La colonisation d'un cadavre par les arthropodes est un processus crucial dans l'estimation du temps de décès et peut fournir des informations précieuses dans les enquêtes criminelles. Grassberger et Friedrich (2013) affirment que "les insectes qui colonisent un cadavre peuvent fournir des informations précieuses sur le moment de la mort, qui peuvent ensuite être utilisées

pour aider à résoudre les enquêtes criminelles". En outre, Johnson et Wallman (2017) ont souligné que "les recherches récentes ont montré que les études sur les arthropodes nécrophages peuvent être améliorées en utilisant des techniques moléculaires pour identifier les espèces et pour suivre les changements dans les communautés d'arthropodes au fil du temps".

En résumé, la colonisation d'un cadavre par les arthropodes est un élément clé dans l'estimation du temps de décès et peut fournir des informations cruciales dans les enquêtes criminelles. Les avancées dans les techniques moléculaires ont permis d'améliorer la précision de l'identification des espèces d'arthropodes et de suivre les changements dans les communautés d'arthropodes au fil du temps.

4.1 Les insectes nécrophages ou les insectes d'intérêt médico-légal

Selon une étude de l'Université de Californie à Davis, les insectes nécrophages sont des "insectes qui se nourrissent de matière organique en décomposition, y compris les cadavres animaux et humains" (Tomberlin et *al.*, 2011). Ces insectes jouent un rôle important dans la décomposition des cadavres et sont souvent utilisés dans les enquêtes criminelles pour déterminer l'heure de la mort (Matuszewski et *al.*, 2010).

Les insectes nécrophages peuvent être classés en trois groupes principaux en fonction de leur temps d'arrivée sur le site de la carcasse :

Les premiers colonisateurs, tels que les mouches de la famille Calliphoridae, arrivent généralement sur le site de la carcasse dans les minutes ou les heures qui suivent la mort.

Les colonisateurs intermédiaires, tels que les mouches de la famille Sarcophagidae, arrivent quelques jours plus tard.

Enfin, les colonisateurs tardifs, tels que les coléoptères et les acariens, arrivent plusieurs jours après la mort. Campobasso et Goff (2010)

En outre, selon une étude de Rivers et Dahlem (2015), les insectes nécrophages sont également utilisés pour déterminer les conditions environnementales dans lesquelles un cadavre a été exposé, notamment la température, l'humidité et les niveaux d'exposition au soleil. Cette information peut aider les enquêteurs à reconstituer les circonstances entourant la mort.

Enfin, une étude de Charabidze et Gosselin (2021) a souligné l'importance de comprendre la biologie et le comportement des insectes nécrophages pour améliorer l'exactitude des estimations de l'heure de la mort dans les enquêtes criminelles

4.1.1 Les Diptères nécrophages

4.1.1.1 Généralités sur les Diptères :

Les diptères, un ordre d'insectes récent sur le plan évolutif, ont réussi à coloniser divers biotopes et niches écologiques. Outre leur rôle dans l'élimination des excréments, les mouches sont capables de décomposer les cadavres d'animaux (Wyss et Cherix, 2006). Les diptères sont divisés en deux sous-ordres principaux : les Nématocères et les Brachycères, avec les diptères nécrophages appartenant aux Cyclorhaphes (Chinery, 2005).

Parmi les nombreuses espèces de diptères attirées par les cadavres, les familles les plus importantes sont les Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae et Phoridae. Les diptères nécrophages font partie du sous-ordre des Brachycères, caractérisé par des antennes courtes avec moins de 6 segments, et du groupe des Cyclorhaphes. En entomologie criminelle, seules les mouches suscitent un intérêt particulier, tandis que les autres espèces sont présentes de manière fortuite (Jessica, 2007).

4.1.1.2 Principales familles de Diptères nécrophages

Les Calliphoridae : Les Calliphoridae constituent un groupe important de mouches de taille moyenne à grande (de 4 à 16 mm). De nombreuses espèces de cette famille présentent des reflets bleus ou verts métalliques. Les Calliphoridae comprennent plus de 1 000 espèces et sont présentes dans le monde entier (Byrd et Castner, 2010). Leurs larves sont des asticots de couleur blanche ou crème (Wyss & Chérix, 2006).

Chaque genre de cette famille comprend une ou plusieurs espèces nécrophages, dont les larves peuvent accomplir leur cycle de vie complet sur des cadavres d'animaux ou d'humains (Wyss et Cherix, 2014).



Figure 1: *Calliphora vomitoria*. (kallerna 2009)

Les Sarcophagidae : sont des mouches assez robustes et relativement grandes, avec une taille d'adulte variant de 3 à 22 mm de longueur. La plupart des espèces sont grises, voire gris-

noir, mais on trouve également des espèces gris-jaune ou entièrement noires. Cependant, il n'y a pas d'espèces avec des reflets métalliques bleus ou verts (Wyss et Cherix, 2006).

Les larves de la famille des Sarcophagidae se distinguent par leur forme de tonneau, avec leurs stigmates postérieurs encastrés dans une dépression (Zehner et *al.*, 2004 cité dans Gennard, 2007).



Figure 2: Les Sarcophagidae (salvador.vitanza 2016)

Les Fanniidae : sont des mouches de taille petite à moyenne, mesurant de 3 à 9 mm, et sont généralement de couleur grise foncée à noire. Elles se distinguent par leur nervation alaire distincte et se nourrissent de matière organique en décomposition (Wyss et Cherix, 2001). Bien qu'elles aient été initialement classées à tort comme des muscides, elles sont maintenant reconnues comme une famille distincte (Matile, 1995). Les larves des Fanniidae sont reconnaissables par leur corps aplati, leur tégument épais et leurs processus branchus (Wyss et Cherix, 2001). Seules quelques espèces des Fanniidae sont nécrophages.



Figure 3: les fanniidae(Rui Andrade 2008)

4.1.2 Les hyménoptères

Les hyménoptères sont un ordre d'insectes caractérisés par la présence de 4 ailes membraneuses et de pièces buccales broyeuses et lécheuses. Ils se distinguent par un cou très mince qui sépare la tête du thorax. En France, les hyménoptères sont principalement représentés par les guêpes prédatrices du genre Vespoidae. On trouve également des guêpes parasitoïdes de la famille des Pteromalidae, telles que *Nasonia vitripennis*, qui

pondent leurs œufs dans les pupes des diptères Calliphoridae (Walker, 1836, dans Charabidze, 2008). Certaines espèces de fourmis (Formicidae) sont également nécrophages et peuvent causer des lésions caractéristiques sur les cadavres (Charabidze, 2008).



Figure 4: Aphidiinae (Bernard Chaubet de l'INRAE)

4.1.3 Les Lépidoptères

Selon Charabidze (2008), les Lépidoptères, un ordre d'insectes holométaboles, sont peu souvent associés aux cadavres. Parmi les espèces de Lépidoptères qui le sont, celles appartenant à la famille des Tinéidés sont les plus courantes. Ces insectes interviennent généralement tardivement, lorsqu'il y a dessiccation des tissus du cadavre.



Figure 5: Lépidoptères S.Ducept

4.1.4 Les Coléoptères nécrophages

4.1.4.1 Généralités sur les Coléoptères

Les Coléoptères sont un ordre d'insectes caractérisé par une paire d'ailes membraneuses protégées par une paire d'ailes durcies en élytres, qui sont réparties en 166 familles, représentant plus d'un tiers des espèces d'insectes connus (Wyss et Cherix, 2006). Leurs régimes alimentaires sont très variés, allant de prédateurs à détritivores et végétariens, avec peu d'espèces parasites. Les Coléoptères sont souvent classés en quatre grands groupes sur la base d'études moléculaires et morphologiques : les Archostémates, les Mycophages, les Adéphages et les

polyphages (Gennard, 2007; Capinera, 2008). Ils ont des pièces buccales généralement broyeuses et le prothorax est souvent libre par rapport aux mésothorax et métathorax qui se joignent assez étroitement à l'abdomen (Roth, 1974). En entomologie forensique, les Coléoptères sont utilisés en tant que bioindicateurs pour déterminer le temps depuis la mort (Kulshrestha et Satpathy, 2001 cités par Jessica, 2007). Les familles de Coléoptères ayant un intérêt forensique sont principalement les Dermestidae, les Silphidae, les Staphylinidae, les Cleridae, les Histeridae, les Nitidulidae et les Geotrupidae (Wyss et Cherix, 2006).

4.1.4.2 Principales familles des Coléoptères nécrophages

Les coléoptères nécrophages sont regroupés en plusieurs familles à savoir ;

- Dermestidae : ces coléoptères ont un corps ovale et allongé, et sont souvent recouverts de poils. Ils sont attirés par les carcasses en décomposition et les ossements, et se nourrissent de la peau, des poils et des plumes. Certains membres de cette famille, tels que *Dermestes maculatus* et *Dermestes ater*, sont souvent utilisés en entomologie forensique pour estimer l'âge des cadavres (Wyss et Cherix, 2006).



Figure 6: Dermestidae (Joyce Gross)

- **Silphidae** : également connus sous le nom de coléoptères nécrophores, ces insectes sont adaptés pour enterrer les carcasses. Ils ont des mandibules puissantes pour creuser le sol, et transportent souvent de petits morceaux de viande dans leurs mandibules pour nourrir leurs larves. Les espèces les plus courantes de cette famille sont *Nicrophorus* spp. (les nécrophores noirs) et *Silpha* spp. (les silphes) (Byrd et Castner, 2010).



Figure 7: Silphidae : *Nicrophorus marginatus* (Charles Schurch Lewallen 2007)

- Staphylinidae : cette famille de coléoptères est caractérisée par son corps allongé et étroit. Les staphylins sont souvent les premiers insectes à coloniser les cadavres et se nourrissent de la peau, des poils et des fluides corporels en décomposition. Certains membres de cette famille, tels que *Oxypoda* spp. et *Aleochara* spp., sont souvent utilisés comme indicateurs de la durée de la mort en entomologie forensique (Smith et Merritt, 2011).



Figure 8: Staphylinidae (Katja Schulz 2017)

- Histeridae : ces coléoptères ont un corps plat et allongé, et sont souvent recouverts de poils courts. Ils se nourrissent de la viande en décomposition et des œufs et larves d'autres insectes qui se nourrissent de viande. Les membres de cette famille, tels que *Saprinus* spp. et *Hister* spp., sont souvent utilisés en entomologie forensique pour estimer la durée de la mort (Byrd et Castner, 2010)

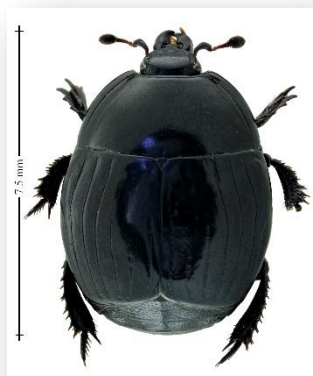


Figure 9: *Hister unicolor* (Linnaeus, 1758)

- **Nitidulidae** : ces coléoptères sont souvent de petite taille et ont un corps ovale et aplati. Ils se nourrissent de la viande en décomposition, des champignons et des fruits en décomposition. Les espèces les plus courantes de cette famille sont *Carpophilus spp.* et *Glischrochilus spp.* (Byrd et Castner, 2010).



Figure 10: *Nitidule fascié* (*Glischrochilus fasciatus*)

- **Les Geotrupidae** : également connus sous le nom de coléoptères bousiers, ces insectes ont un corps arrondi et sont adaptés pour transporter de grandes quantités de matière organique en décomposition. Ils ont des mandibules puissantes pour creuser le sol, et transportent souvent des boules de matière organique dans leurs mandibules pour nourrir leurs larves. Les espèces les plus courantes de cette famille sont *Geotrupes spp.* et *Trypocopris spp.* (Byrd et Castner, 2010).

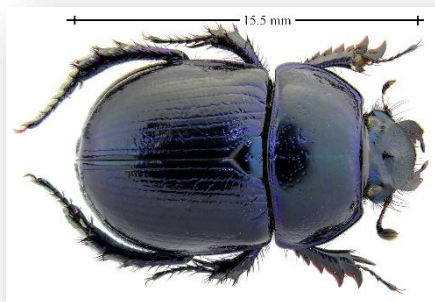


Figure 11: Geotrupidae (Scriba, 1791)

- **Cleridae** : Les Cleridae sont des insectes de petite taille (3 à 12mm) avec une pilosité assez marquée et des couleurs vives. Les larves et les adultes sont prédateurs des oeufs et des larves de Diptères nécrophages. On peut les rencontrer sur les cadavres à différents stades de

décomposition mais ils affectionnent plus particulièrement les stades avancés (Wyss et Cherix, 2013).



Figure 12: *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775)

5. les colonisateurs tardifs

Les colonisateurs tardifs sont des insectes nécrophages qui arrivent plusieurs jours après la mort d'un animal et qui se nourrissent de la matière organique en décomposition. Selon Matuszewski et Konwerski (2016), les coléoptères, les acariens et les mouches Sarcophagidae sont considérés comme des colonisateurs tardifs. Les coléoptères sont l'un des groupes les plus abondants de colonisateurs tardifs. Keh B.M. et *al.* (2020) et Anderson et VanLaerhoven (1996)

Ces insectes sont importants dans le processus de décomposition et peuvent fournir des informations précieuses pour l'estimation du temps de la mort. Les études sur la communauté d'arthropodes nécrophages permettent une meilleure compréhension de la succession des espèces et de leur rôle dans la décomposition.

Chapitre 2

Matériel et

Méthodes

1.Présentation du Site d'étude

Le site d'étude sélectionné se situe à Constantine, dans un espace ouvert caractérisé par une végétation spontanée. Il est situé à proximité du laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes à Chaabat-Erssas. Les coordonnées géographiques du site sont 36°20'16.20"N et 6°37'33.32"E, avec une altitude de 571 mètres. La période d'étude s'est déroulée entre mai et juin 2023. Cette localisation offre un environnement propice pour mener nos travaux de recherche.



Figure 13: Laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes «Chaabat-Erssas ».

(Photo originale)

2.Matériel et Méthodes

1-1 Matériel biologique :

Nous avons réalisé notre expérience sur un cadavre de lapin pesant 2,120 kg. Le 14 mai 2023, nous avons appliqué l'euthanasie de l'animal au niveau de l'animalerie de notre faculté de sciences de la nature et de la vie (Université des Freres Mentouri Constantine 1). Le lapin a été placé dans une cloche en verre accompagnée d'un morceau de coton imbibé de chloroforme (figure 14 -b-) sa mort a pris 4 minutes (de 11h58 à 12h02).

Juste après sa mort et à l'aide d'une corde, le cadavre de lapin a été suspendu à l'intérieur d'une cage recouverte d'un grillage en fer, afin de faciliter l'accès des insectes et de prévenir les attaques d'animaux prédateurs. La cage a été installée dans un espace vert en plein air, à proximité de notre laboratoire (figure 14-c-)



A



b



c

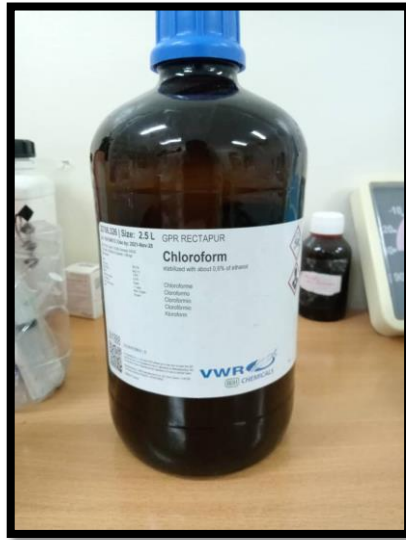
Figure 14: préparation du cadavre de lapin suspendu

2.2 Matériel utilisé au laboratoire

Le matériel utilisé au laboratoire est principalement composé de ce qui suit : une cloche en verre, un coton-tige, du chloroforme, une corde pour suspendre le cadavre, une cage en fer, des gants médicaux, des tubes en plastique, des masques médicaux, des boîtes de pétri, des petites boîtes en plastique, ruban à écrire, congélateur, thermomètre, pinces et des épingles entomologiques (figure 15)



A : des pinces



b : chloroforme



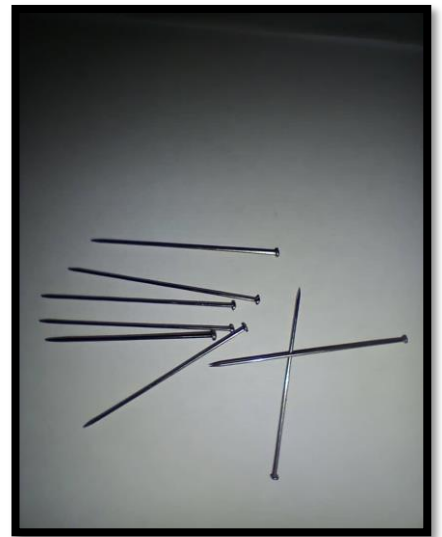
c : balance numérique



D : tubes en plastique entomologique



e : boites en plastique



f : épingles





i : Un carnet de

g : ethanole

h : ruban à écrire, masques médicaux
notes et des gants médicaux



J : cloch en ver



k : cage en fer



l : thermomètre



m: congélateur



n : microscope



o : boîtes de pétri

figure 15 Figure 15: Matériel utilisé au laboratoire (des photos originale)

3-Suivi de l'état du cadavre au cours de sa décomposition

Nous avons suivi de près le processus de décomposition de notre substrat en réalisant des sorties sur le terrain deux fois par jour (à 10h et à 14h) Afin de récolter le maximum d'insectes nécrophages. Toutes les observations faites lors de chaque visite ont été consignées dans un carnet de terrain. De plus, nous avons pris des photographies du cadavre à différents stades de décomposition, jusqu'à son dessèchement complet.

4.Traitement au laboratoire des insectes récoltés

Les insectes capturés sont transportés directement au laboratoire et soumis à des procédures de conservation. Ils sont soit placés au congélateur pendant 5 à 10 minutes, soit immergés dans de l'éthanol pendant 5 minutes, puis fixés avec des épingles entomologiques. Ensuite, ces insectes sont examinés sous une loupe binoculaire à l'aide de clés d'identification disponibles dans notre laboratoire. Une fois identifiés, ils sont étiquetés avec la date, le lieu, le nom de l'auteur et le nom de l'espèce, puis placés dans une boîte de collecte appropriée.

5.Méthodes d'exploitation des résultats

Une analyse quantitative et qualitative des données est effectuée au moyen de divers indices écologiques.

On distingue deux types d'indices utilisés dans notre présente étude (Grall et Coïc, 2005):

Les descripteurs statistiques, très utilisés et permettant de décrire de manière quantitative les peuplements. Il s'agit de la richesse spécifique (S) et de l'abondance (A).

Les indices de diversité, basés sur des formules plus complexes et illustrant la complexité des peuplements, à savoir: l'indice de Shannon weaver (H') et l'indice d'équitabilité de Piélou (E).

5.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

5.1.1Richesse spécifique totale (S) et moyenne (Sm)

Selon Ramade (1984), un peuplement se caractérise par un paramètre essentiel qui est la richesse. Elle se mesure en terme denombre d'espèces S mais ne rend pas compte del'importance numérique de chaquespèce. La richesse spécifique (S) est représentée par le nombre total ou moyend'espèces recensées dans un échantillon du biotope (Ramade, 1984).

S = nombre d'espèces de la zone d'étude

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement. Dans notre étude, S correspond au nombre total des espèces capturées sur le cadavre.

La richesse moyenne (S_m) est selon blondel (1979) le nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé. Dans notre cas, il s'agit du nombre moyen des espèces capturées.

5.1.2. Abondance (A)

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

A = Nombre d'individus d'une espèce

5.1.3. Abondances relatives ou Fréquences centesimales (%)

L'abondance relative est le pourcentage des individus d'une l'espèce (n_i) par rapport au total des individus (N), concernant toutes les espèces (Dajoz, 2000). Selon Frontier (1983), l'abondance relative ($p_i = n_i/N$ 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.

$$F(\%) = n_i/N \times 100$$

n_i : 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.

5.2 .Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure retenues dans notre étude pour exploiter les résultats les indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'équitabilité (E).

5.2.1. Indice de Shannon- Weaver (H') et indice d'équitabilité de Piélou (E)

Nous avons également exprimé des indices écologiques de structure comme l'indice de Shannon Weaver (H') et l'équitabilité (E).

Pour mieux appréhender la complexité d'un peuplement, le meilleur indice est celui de Shannon-Weaver (Blondel *et al*, 1979). Selon Daget (1976), cet indice tient compte de l'abondance mais aussi de la richesse spécifique. Il permet de quantifier l'hétérogénéité et donc

d'avoir une information de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Il a l'avantage d'être indépendant de la taille de l'échantillon d'une part et présente une certaine sensibilité aux espèces rares d'autre part.

L'indice de Shannon- Weaver (H') est le plus couramment utilisé. Il est donné par la formule suivante:

$$H' = \sum P_i \log_2 P_i \quad P_i = n_i/N$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce i , allant de 1 à S (nombre total d'espèces).

N : nombre total d'individus examinés.

\log_2 : le logarithme népérien à base 2.

H' : l'indice de diversité de Shannon-Weaver est exprimé en unités binaires d'information ou bits.

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces.

Selon Magurran (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre moins de 1 et 4,5, rarement plus. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983) et que le milieu étudié est riche en espèce.

Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits.

5.2.2. Indice d'équitabilité de Pielou (E)

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité (E) de Pielou (1966), également appelé indice d'équirépartition (Blondel, 1979). Il représente le rapport de (H') à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H'_{max}). Cet indice peut varier de 0 à 1 et, lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie qu'une seule espèce domine tout le peuplement. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. L'indice d'équitabilité est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement. Comme il est insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

L'équitabilité est donnée par la formule :

$$E = H'/H'_{max}$$

Blondel (1979) exprime la diversité maximale par la formule suivante:

$$H'_{max} = \log S \quad (S = \text{nombre total d'espèces})$$

Chapitre03 :

RESULTATS

1. Inventaire systématique de l'entomofaune globale

Tableau 1: Inventaire systématique de l'entomofaune globale

ordre	familles	genre	espèces
Coléoptères	Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i> Laporte de Castelnau, 1840
	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i> Fabricius, 1775
			<i>Saprinus semistriatus</i> Scriba, 1790
		Hister	<i>Hister purpurascens</i> Herbst, 1792
			<i>Hister unicolor</i> Linnaeus, 1758
	Staphylinidae	Creophilus	<i>Creophilus maxillosus</i> Linnaeus, 1758
	Silphidae	Silpha	<i>Silpha rugosa</i> Linnaeus, 1758
	Trogidae	Trox	<i>Trox hispidus</i> Pontoppidan, 1763
Cleridae			
Diptères	Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i> Meigen, 1826
	Muscidae	Lucilia	<i>Lucilia silvarum</i> Meigen, 1826
	Calliphoridae	Musca	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758
	Sarcophagidae	Calliphora	<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830
	Piophilidae	Sarcophaga	<i>Sarcophaga carnaria</i> Linnaeus, 1758
Hyménoptères		nasonia	nasonia.sp

Notre étude sur le cadavre a été menée pendant une période de 23 jours, pendant laquelle nous avons recensé la présence de 497 individus. Ces individus se répartissent en 3 ordres : 272 coléoptères, 216 diptères et 9 hyménoptères.

Nous avons identifié 6 familles de coléoptères, à savoir : Dermestidae, Trogidae, Staphylinidae, Silphidae, Histeridae et Cleridae. Parmi ces familles, nous avons recensé 8 espèces : *Dermestes peruvianus*, *Hister unicolor*, *Saprinus aeneus*, *Saprinus semistriatus*, *Silpha rugosa*, *Creophylus maxillosus*, *Trox hispidus* et *Hister purpurascens*.

En ce qui concerne les diptères, nous avons identifié 5 familles : Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae et Piophilidae. Parmi ces familles, nous avons recensé 8 espèces : *Calliphora vicina*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum*, *Musca domestica*, *Sarcophaga carnaria*, *Fanniidae*, *Piophilidae*.

Nous avons également trouvé 1 famille chez les hyménoptères, qui est *Nasoria sp*, comprenant 9 individus.

2. Structure générale de l'entomofaune

(la figure17) est une représentation proportionnelle de l'ensemble des espèces obtenues. Parmi les 497 individus recensés, nous avons comtabilisé 272 (55 %) de coléoptères, 216 (43 %) de Diptères et 9 (2 %) des hyménoptères.

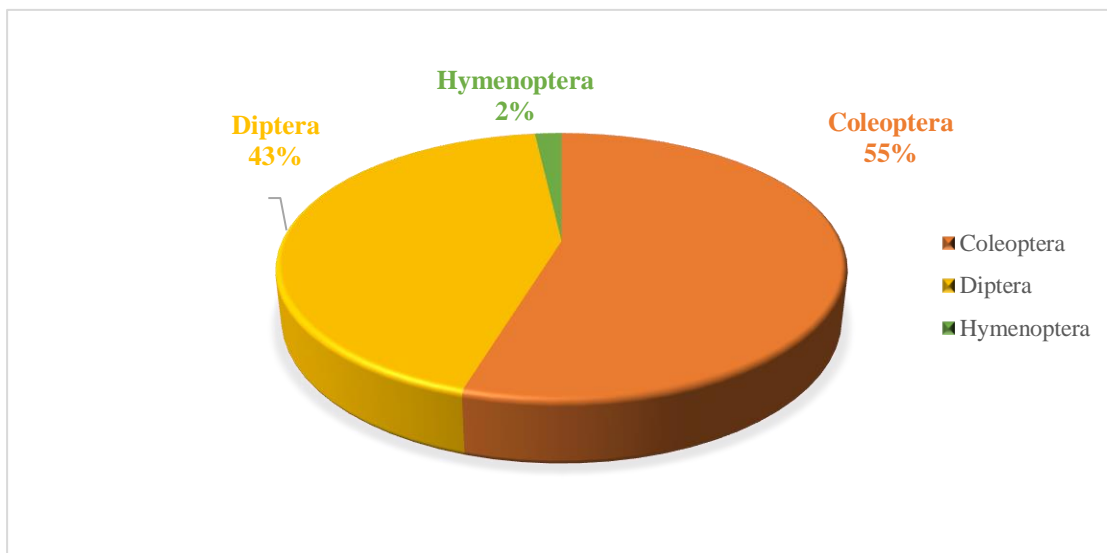





Figure 16 Pourcentage des ordres d'insectes dans le site

3.évolution de la décomposition cadavérique

Le tableau suivant représente l'évolution du processus de décomposition du cadavre pendant la période expérimentale.

Tableau 2 Durée en jours des différents stades de décomposition

Stade	cadavre	Durée	observation
frais		14/05/2023 Au 21/05/2023	Présences des diptères et des coléoptères ;avec odeur et sange dans les organes génitaux
gonflement		22/05/2023 Au 24/05/2023	Cadavre gonflé avec présence des diptères et des coléoptères et odeur
Décomposition avancée		25/05/2023 Au 31/05/2023	Le cadavre dégonflé ;présence de masse larvaire de diptères et beaucoup coléoptères + odeur nauséabonde + décomposition avancée

Dessèchement		01/06/2023	Présence de quelques diptères et coléoptères
---------------------	---	-------------------	--

Durant notre étude nous avons constaté que la dégradation du cadavre de lapin suspendu se déroule en quatre étapes distinctes :

1. Stade frais :

Cette étape commence dès le décès du lapin et se poursuit jusqu'à l'apparition de signes de gonflement ; soit une durée de huit jours. Dans les premiers jours, aucun signe visible de décomposition n'est observé, et l'odeur de décomposition n'est pas perceptible. Cependant, vers la fin de cette étape, une légère odeur de décomposition se manifeste. Des mouches sont présentes en petit nombre autour des yeux, de la bouche et de l'anus du cadavre. Des traces de sang ont été également observées dans les organes génitaux.

2. Stade de gonflement :

Cette étape se caractérise par le gonflement de l'estomac du cadavre causé par l'accumulation de gaz putréfiant à l'intérieur du corps. Une odeur très forte se dégage et des mouches, quelques coléoptères et d'autres insectes sont présents. Cette phase n'a duré que deux jours.

3. Stade de décomposition :

Au cours de cette étape, on observe la rupture de l'abdomen due à la pression des gaz. Le corps du lapin est colonisé par des larves, marquant le début d'une décomposition active. Les larves de diptères se déplacent vers l'extérieur du corps pour se transformer en pupes. Cette étape de décomposition a duré environ sept jours.

4. Stade de dessèchement :

À ce stade, le corps du lapin se rétrécit et se durcit progressivement. La peau du cadavre est complètement desséchée et entourée par la structure squelettique. L'odeur de pourriture devient très forte et les insectes disparaissent.

Tableau 3 : arrivée de l'entomofaune nécrophage selon les stades de décomposition

stades	date	familles	genre	espèces	nombre
frais	17/05/2023	Cleridae			1
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	2
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	1
	21/05/2023	Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	2
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	21
		Piophilidae			2
		Calliphoridae	Calliphora	<i>Calliphora vicina</i>	1
		Fanniidae			1
	gonflé	22/05/2023	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>
Dermestidae			Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	1
Calliphoridae			Calliphora	<i>Calliphora vicina</i>	2
Calliphoridae			Lucilia	<i>Lucilia silvarum</i>	17
Piophilidae					1
Muscidae			Musca	<i>Musca domestica</i>	6
Calliphoridae			Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	32
23/05/2023		Histeridae	Hister	<i>Hister unicolor</i>	1
		Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	1
		Cleridae			1

		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	6
		Sarcophagidae	Sarcophaga	<i>Sarcophaga carnaria</i>	2
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia silvarum</i>	7
				<i>Lucilia sericata</i>	12
	24/05/2023	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>	1
		Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	2
		Calliphoridae	Calliphora	<i>Calliphora vicina</i>	1
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	11
			Lucilia	<i>Lucilia silvarum</i>	12
		Fanniidae			1
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	1
	Pteromalidae	nasonia	<i>nasonia.sp</i>	1	
	25/05/2023	Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	5
Sarcophagidae		Sarcophaga	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	
Fanniidae				3	
Piophilidae				1	
Avancé	28/05/2023	Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	86
		Cleridae			7

		Silphidae	Silpha	<i>Silpha rugosa</i>	6
		Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>	7
		Histeridae	Hister	<i>Hister purpurascens</i>	1
		Staphylinidae	Creophylus	<i>Creophylus maxillosus</i>	1
		Histeridae	Hister	<i>Hister unicolor</i>	1
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	7
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	2
		Calliphoridae	Calliphora	<i>Calliphora vicina</i>	1
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia silvarum</i>	7
		Fanniidae			2
		Pteromalidae	nasonia	<i>nasonia.sp</i>	2
	29/05/2023	Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	3
		Cleridae			1
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	1
		Calliphoridae	Calliphora	<i>Calliphora vicina</i>	1
		Fanniidae			2
		Sarcophagidae	Sarcophaga	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1
		Piophilidae			1

30/05/2023	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>	13
		Hister	<i>Hister unicolor</i>	3
	Staphylinidae	Creophylus	<i>Creophylus maxillosus</i>	4
	Silphidae	Silpha	<i>Silpha rugosa</i>	1
	Cleridae			3
	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus semistriatus</i>	1
	Histeridae			1
	Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	41
	Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	9
	Piophilidae			1
	Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	2
			<i>Lucilia silvarum</i>	3
	Fanniidae			1
	Piophilidae			1
	Calliphoridae	Calliphora	<i>Calliphora vicina</i>	1
	Pteromalidae	nasonia	<i>nasonia.sp</i>	3
31/05/2023	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>	12
	Staphylinidae	Creophylus	<i>Creophylus maxillosus</i>	5
	Histeridae	Hister	<i>Hister unicolor</i>	1

		Silphidae	Silpha	<i>Silpha rugosa</i>	1	
		Histeridae	Hister	<i>Hister purpurascens</i>	1	
		Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	19	
		Fanniidae			2	
		Piophilidae			1	
		Sarcophagidae			1	
		Piophilidae			3	
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	6	
Desséché	01/06/2023	Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>	6	
		Histeridae	Hister	<i>Hister unicolor</i>	3	
		Cleridae			7	
		Staphylinidae	Creophylus	<i>Creophylus maxillosus</i>	1	
		Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	8	
		Calliphoridae	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	1	
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	2	
		Piophilidae			1	
		Pteromalidae	nasonia	<i>nasonia.sp</i>	3	
		04/06/2023	Trogidae	Trox	<i>Trox hispidus</i>	3
	Histeridae		Hister	<i>Hister unicolor</i>	1	

		Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	1
		Muscidae	Musca	<i>Musca domestica</i>	4
		Piophilidae			1
05/06/2023		Staphylinidae	Creophylus	<i>Creophylus maxillosus</i>	3
		Dermestidae	Dermestes	<i>Dermestes peruvianus</i>	3
		Silphidae	Silpha	<i>Silpha rugosa</i>	1
		Cleridae			2
		Histeridae	Saprinus	<i>Saprinus aeneus</i>	3
		Histeridae			1

Nous constatons à travers notre étude que le premier stade frais est la carcasse fraîche, depuis le jour 17/05/2023 nous remarquons la présence de Cleridae, calliphoridae (*Lucilia sericata*) et Muscidae (*Musca domestica*) dans un petit pourcentage; Comme pour aujourd'hui 21/05/2023, nous constatons la présence des diptères de plusieurs types (*Musca domestica* ; *Lucilia sericata* ; Piophilidae ; *Calliphora vicina* ; Fanniidae) et en petit nombre.

Dans la deuxième étape, on remarque des flatulences en plus du début de putréfaction ; cette étape a duré 2 jours, du 22/05/2023 au 24/05/2023 ; Là où le nombre d'espèces des diptères et des coléoptères se développe en abondance, et *Lucilia sericata*, qui appartient à la famille des calliphoridés, occupe le premier rang à ce stade.

Alors qu'au stade de décomposition avancée, nous notons que c'est le stade où l'activité est la plus grande en termes de décomposition du cadavre ou de visite d'insectes, car nous enregistrons la présence de toutes les espèces sauf *Trox hispidus* uniquement. Ainsi que la présence d'une espèce d'hyménoptères de la famille des Pteromelidae.

Enfin, la phase de sécheresse, qui débute à partir du 01/06/2023, durant laquelle le cadavre est séché, et les insectes commencent à disparaître, contrairement aux coléoptères, qui sont abondants et de toutes sortes.

4. Effectifs des insectes nécrophages colonisant le cadavre selon les différents stades de décomposition

Au cours de notre étude, nous avons observé différentes étapes de la décomposition de la carcasse.

Dans le premier stade, correspondant à la période où la carcasse est fraîche, nous avons constaté la présence de Cleridae, Calliphoridae (*Lucilia sericata*) et Muscidae (*Musca domestica*) en faible abondance à partir du 17/05/2023 au 21/05/2023, nous avons observé la présence de plusieurs espèces diptères tels que *Musca domestica*, *Lucilia sericata*, Piophilidae, *Calliphora vicina* et Fanniidae, mais en nombre restreint.

Dans la deuxième étape, qui a duré deux jours, du 22/05/2023 au 24/05/2023, nous avons observé des flatulences et le début de la putréfaction. Pendant cette période, le nombre d'espèces de diptères et de coléoptères a considérablement augmenté, et *Lucilia sericata*, appartenant à la famille des Calliphoridae, était particulièrement abondante.

Au stade de décomposition avancée, nous avons remarqué une activité maximale en termes de décomposition de la carcasse et de visite d'insectes. Toutes les espèces étaient présentes, à l'exception de *Trox hispidus*. nous avons noté aussi la présence d'une espèce d'hyménoptères appartenant à la famille des Pteromelidae.

Enfin, la phase de dessèchement a débuté le 01/06/2023, au cours de laquelle la carcasse se dessèche et les insectes commencent à disparaître. Cependant, les coléoptères restent abondants et diversifiés.

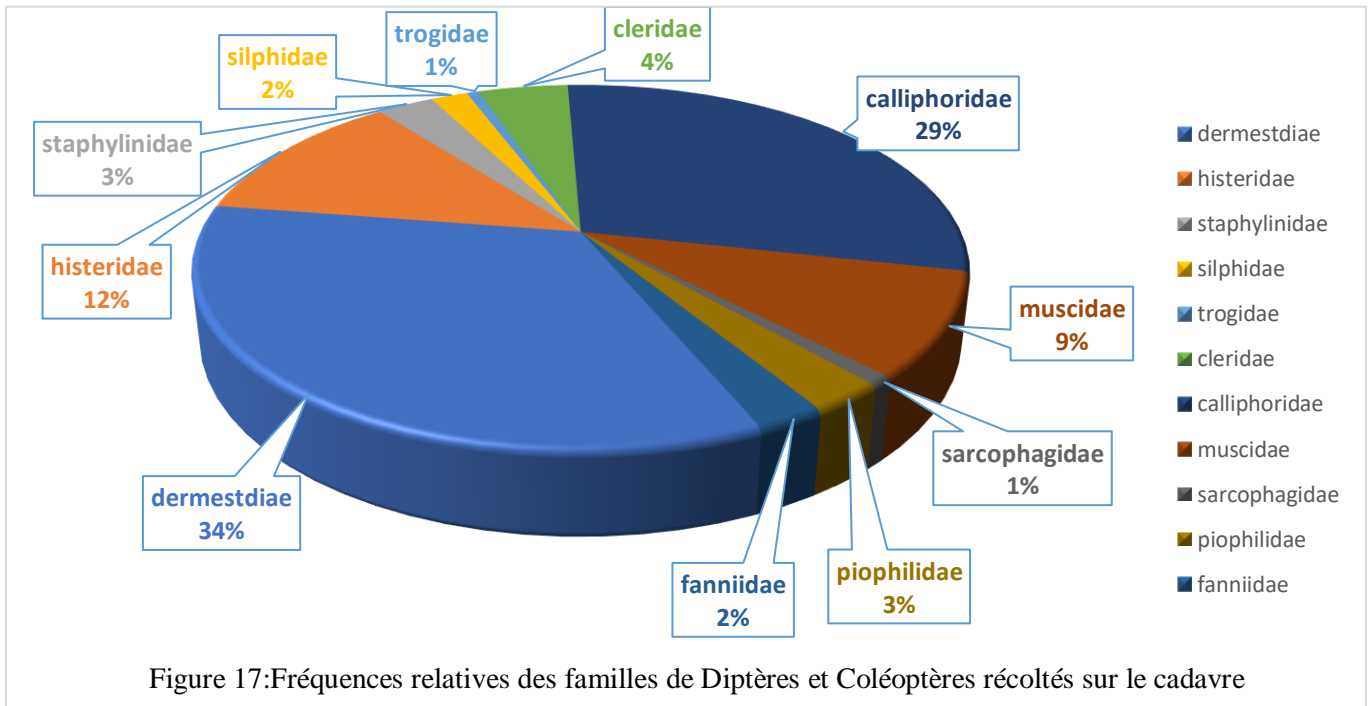
5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

5.1 Abondances relatives des familles d'insectes identifiés

Durant notre étude, nous avons identifié six familles de coléoptères (Dermestidae, Staphylinidae, Silphidae, Histeridae, Trogidae et Cleridae) et cinq familles de diptères (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae). La figure suivante présente l'abondance relative de ces familles. Nos observations révèlent que les Dermestidae présentent le pourcentage le plus élevé avec 165 espèces (34%), suivis des

Calliphoridae avec 142 espèces (29%). Ensuite, les Histeridae comptent 59 espèces (12%), les Muscidae 45 espèces (9%), les Cleridae 22 espèces (4%), les Staphylinidae 14 espèces (3%), les Piophilidae 13 espèces (3%), les Fanniidae 12 espèces (2%), les Sarcophagidae 4 espèces (1%), et enfin les Trogidae 3 espèces (1%) affichent le pourcentage le plus faible.

Il en découle que la famille des Dermestidae (coléoptères) occupe le pourcentage le plus élevé, tandis que la famille des Trogidae (coléoptères) présente le pourcentage le plus bas.



5.2 La richesse totale (S)

La richesse totale, notée S, correspond au nombre total d'espèces collectées à partir de la carcasse. Les chiffres présentés dans la figure sont le résultat du dénombrement de toutes les espèces d'insectes incluses dans notre échantillon. Nous observons que le nombre d'espèces des coléoptères s'élève à 10 espèces, tandis que celui des diptères atteint 8 espèces. La richesse totale obtenue est donc de 18 espèces.

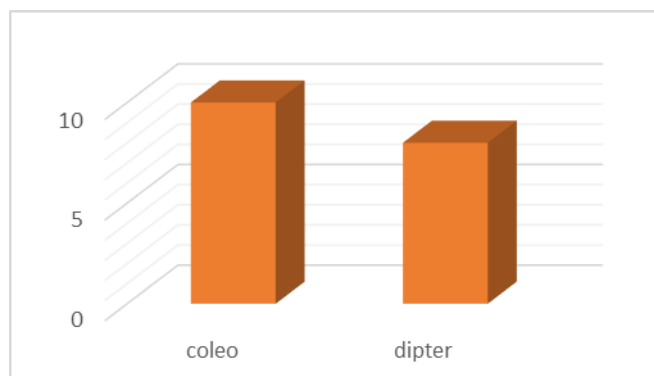


Figure 18: La Richesse totale des espèces de Diptères et Coléoptères récoltés sur le cadavre

6. Exploitation des résultats par les indices écologiques de diversité (Indice de Shannon et Equitabilité)

Tableau 3 Indice de Shannon-Weaver et Equitabilité sur le cadavre de lapin

Cadavre	ni	ni/N	log2ni/N	Pi log2Pi	f(x)
Dermestes peruvianus	165	0,33199195	- 1,59	- 0,53	33,2
Saprinus aeneus	44	0,08853119	- 3,50	- 0,31	8,8
Saprinus semistriatus	1	0,00201207	- 8,96	- 0,02	0,2
Hister purpurascens	2	0,00402414	- 7,96	- 0,03	0,4
Hister unicolor	10	0,02012072	- 5,64	- 0,11	2,0
Creophilus maxillosus	14	0,02816901	- 5,15	- 0,15	2,8
Silpha rugosa	9	0,01810865	- 5,79	- 0,10	1,8
Trox hispidus	3	0,00603622	- 7,37	- 0,04	0,6
Cleridae	22	0,04426559	- 4,50	- 0,20	4,4
Histeridae	2	0,00402414	- 7,96	- 0,03	0,4
Lucilia sericata	89	0,17907445	- 2,48	- 0,44	17,9
Lucilia silvarum	46	0,09255533	- 3,43	- 0,32	9,2
Musca domestica	45	0,09054326	- 3,47	- 0,31	9,0
Calliphora vicina	7	0,01408451	- 6,15	- 0,09	1,4
Sarcophaga carnaria	3	0,00603622	- 7,37	- 0,04	0,6
Piophilidae	13	0,02615694	- 5,26	- 0,14	2,6
Fanniidae	12	0,02414487	- 5,37	- 0,13	2,4
Sarcophagidae.sp	1	0,00201207	- 8,96	- 0,02	0,2
nasonia.sp	9	0,01810865	- 5,79	- 0,10	1,8
TOTALE	497	1		- 3,12	100,0
h'	3,12				
H'MAX	4,24792751				
Equitabilité	0,73447581				

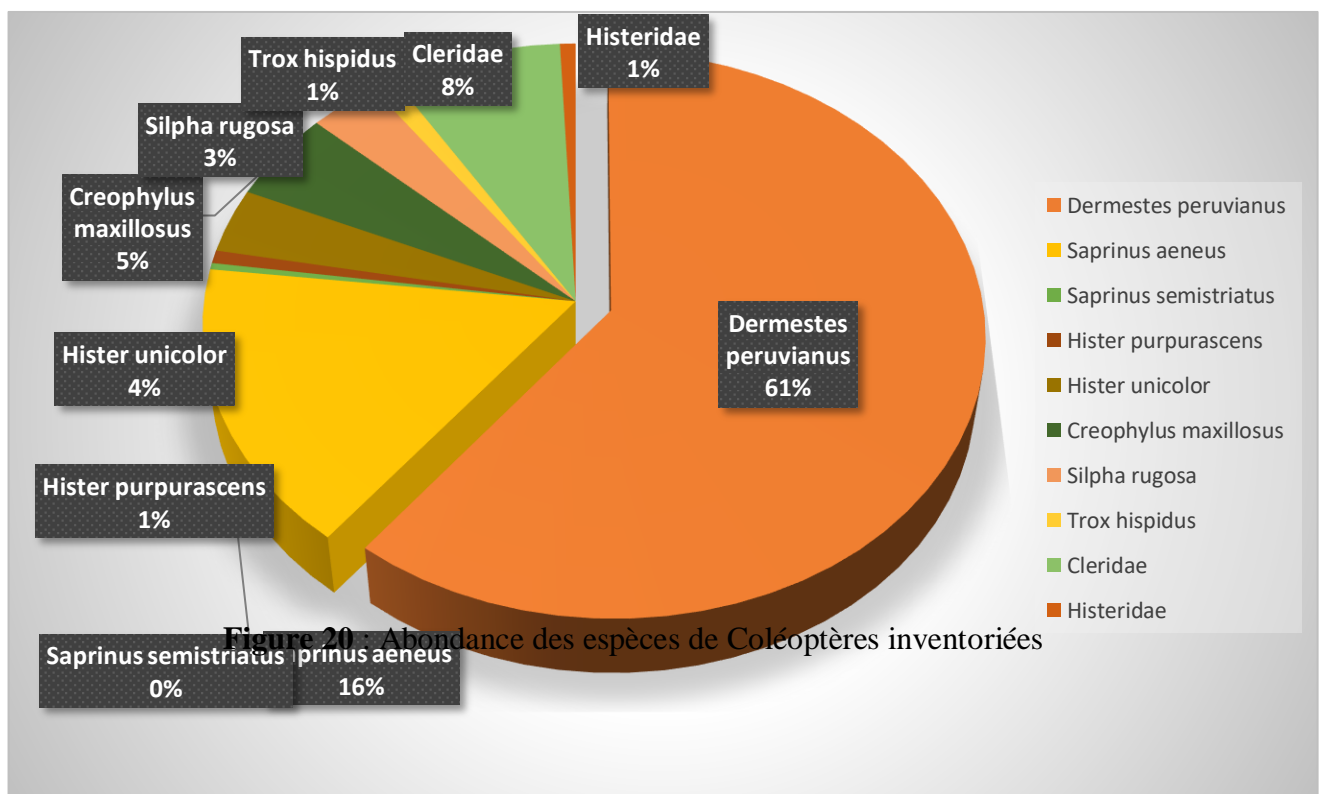
Selon (le tableau 04) La valeur de l'Indice de Shannon-Weaver est de 3,2 bit ce qui indique une diversité de la faune nécrophage colonisant le cadavre.

Concernant la valeur de l'équitabilité, elle est de 0,73 ce qui signifie que la population nécrophage est en équilibre qui veut dire que chacune des espèces d'insectes nécrophages est représentée par un nombre semblable d'individus.

7. Etude des Coléoptères

7.1 Abondance des espèces de Coléoptères inventoriées

Notre expertise nous a permis d'identifier 10 espèces de coléoptères dans des proportions différentes, où l'on note que *Dermestes peruvianus* occupe le premier rang avec un pourcentage important de 61%, suivi de *Saprinus aeneus* avec un pourcentage de 16% ; Cleridae 8% ; *Creophylus maxillosus* 5% ; *Hister unicolor* 4% ; *Silpha rugosa* 3% ; puis *Trox hispidus* ; et *Hister purpurascens* sont à peu près dans des proportions égales ; l'espèce que nous avons obtenue dans des proportions quasi inexistantes est *Saprinus semistriatus*.



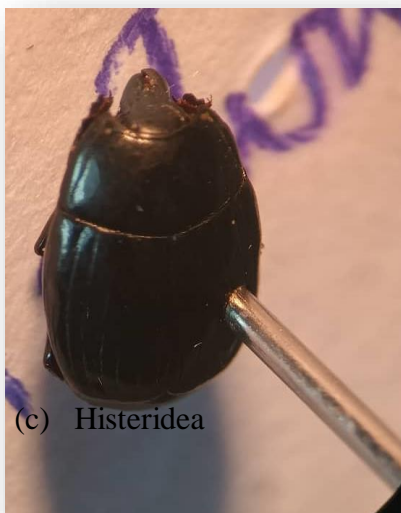
7.2. Liste des coléoptères identifiés



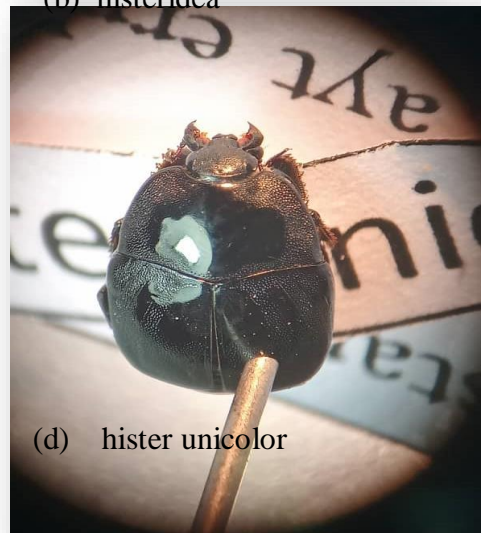
(a) *Hister purpurances*



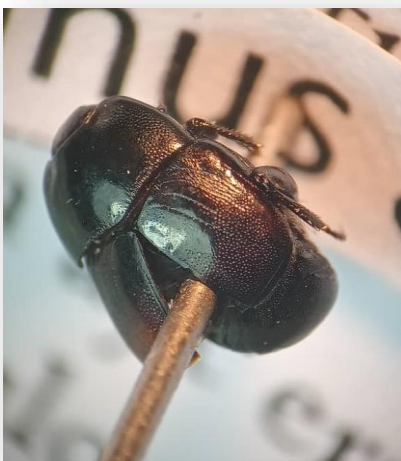
(b) *histeridea*



(c) *Histeridea*



(d) *hister unicolor*



(e) *Saprinus ainus*



(f) *Silpha rugosa*



(g) Cleridae



(h) *Creophilus maxillosus*



(i) *Trox hispidus*



(j) *Dermestes peruvianus*

Figure 21 : les coléoptères identifiés (des photos originale)

7.3 Effet de la température sur l'arrivée des insectes nécrophages

selon la(figure 22) on constate que le nombre commence à augmenter lorsque la température est de 26°, il décroît à une 17° ensuite il atteint son maximum au 16ème jour de décomposition lorsque la température enregistrée est de 26

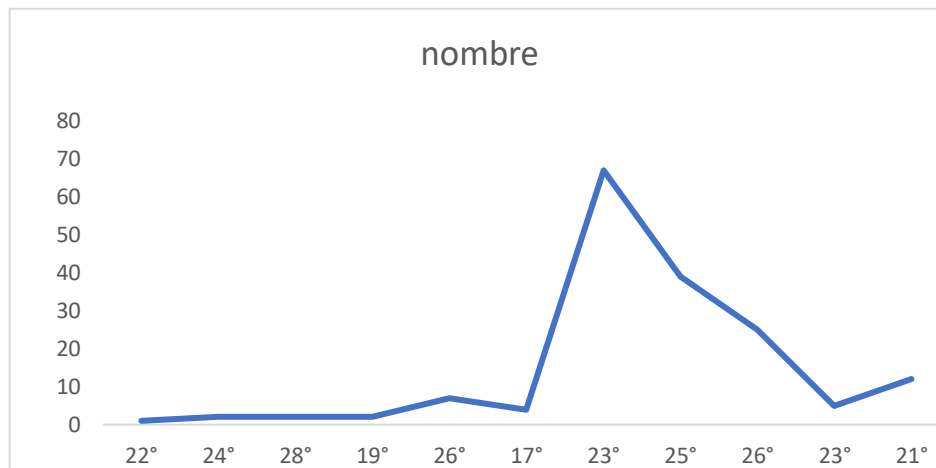


Figure 19 : Effet de la température sur l'arrivée des insectes nécrophages

Chapitre 04

DISCUSSION

DISCUSSION

L'étude a été réalisée sur un cadavre de lapin, et sa décomposition a été observée pendant une période de 23 jours. La décomposition et la détérioration du corps varient en fonction de sa taille, de sa nature, des conditions climatiques et de nombreux autres facteurs. Plusieurs auteurs ont proposé différentes classifications des stades de décomposition. Reed (1958) décrit 4 stades, Fuller (1934) divise en seulement 3 stades, Payne (1965) rapporte 5 stades pour les porcs, et Carnabay (1974) n'identifie aucun stade de décomposition. En ce qui concerne les carcasses de grenouilles, aucune classification des stades de décomposition n'a été notée par Carnabay (1974), cependant Morris (1988) confirme que la classification de Reid donne une bonne description des stades de décomposition et recommande donc de l'utiliser dans toutes les recherches liées à l'entomologie médico-légale.

Au cours de notre étude, nous avons constaté la présence des quatre stades de décomposition proposés par Reed (1958) : frais, gonflement, décomposition avancée et dessèchement. La séquence chronologique des stades de dégradation que nous avons observée a été rapportée par Beneck (2002), Tabor (2004), Galal et al. (2009) et Anton (2011). Il convient de noter que la décomposition est un processus continu et que les étapes discrètes n'existent pas réellement dans la nature, selon Schoenly. Par conséquent, les stades de dégradation mentionnés précédemment n'ont qu'une valeur descriptive.

Après une période de 23 jours de notre enquête, lorsque la décomposition de notre cadavre était terminée, nous avons identifié les insectes présents, qui appartenaient à trois ordres différents. Les deux ordres principaux étaient les coléoptères, représentant 55% des insectes trouvés, et les diptères, représentant 43%. Le troisième ordre, les hyménoptères, était présent à hauteur de 2%. Ces résultats ont été confirmés par les résultats d'une étude antérieure réalisée par Anton et al en 2011. Il est important de noter que notre étude se concentrait principalement sur l'analyse des coléoptères et des diptères.

En examinant de plus près les résultats, nous avons découvert la présence de 10 espèces de coléoptères appartenant à 6 familles différentes, à savoir Dermestidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Trogidae et Cleridae. Nous avons également identifié 8 espèces de diptères appartenant à 5 familles distinctes, notamment Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae et Fannidae.

Selon Dajoz (2002), l'ordre des Coléoptères est celui qui compte le plus grand nombre d'espèces. En outre, les coléoptères sont considérés comme l'un des groupes d'insectes les plus abondants et les plus diversifiés en termes d'espèces, selon Chatenet (1990). Nos

propres résultats corroborent ces constatations, car nous avons observé que les coléoptères étaient présents en plus grand nombre que les diptères, ce qui est en accord avec les travaux de Braack (1986), Kocarek (2003), Bourel (1999), Salazar (2006), Martinez (2007), Nia (2012) et Guerroudj (2017). Ces études ont également confirmé que la présence de coléoptères dans les restes n'était pas accidentelle, mais bien intentionnelle.

La présence plus élevée de certaines familles de coléoptères, notamment les Silphidae, sur les petites carcasses peut expliquer le résultat concernant le nombre de coléoptères observés. Selon Midgley (2009), ces familles sont particulièrement attirées par les petites carcasses et leur présence communautaire vise à décomposer ces carcasses de petite taille, évitant ainsi la concurrence avec d'autres espèces, comme le mentionne Scott et al. (1987).

Nos propres résultats concordent avec ceux de Wyss (2004) et Anton et al. (2011), ainsi qu'avec Azwandi et al. (2013) et Farinha et al. (2014), qui ont également constaté que les premiers insectes à coloniser le cadavre étaient des diptères. Ces résultats sont également cohérents avec les travaux de Nia (2012) et Benmira (2010), menés dans des conditions similaires sur le même site d'étude, qui portaient sur la décomposition d'un cadavre de chien. Quant aux familles de coléoptères telles que les Histeridae et les Staphylinidae, leur présence augmente puis diminue au stade de séchage, ce qui est en accord avec les observations de Dekeirsschieter.

Au stade de décomposition avancée, l'activité des coléoptères atteint son niveau le plus élevé, notamment grâce aux espèces prédatrices appartenant à la famille des Histeridae, telles que *Saprinus semistriatus*, *Saprinus aenus* et *Hister unicolor*. D'autres familles de coléoptères, comme les Trogidae, en particulier *Trox hispidus*, colonisent les cheveux et les os, et sont actives pendant la phase de dessiccation. Ces résultats sont cohérents avec les études menées par Kocarek (2003) et Geurroudj (2017).

Nos résultats rejoignent également ceux de Wyss (2004) et Charabidzé (2008), qui suggèrent que le moment d'arrivée des insectes ne suit pas nécessairement un schéma prédéterminé. Cela diffère des travaux de Megnin et d'autres auteurs tels que Hough (1897), Chapman et Sankey (1955), Payne (1965) et Goff (1993), qui soutiennent que l'arrivée des insectes sur le cadavre suit le modèle des "huit équipes".

En ce qui concerne l'effet de la température sur la décomposition du cadavre et l'activité des insectes, nos résultats indiquent que des températures plus élevées favorisent une activité plus intense des insectes, ce qui entraîne une décomposition plus rapide du cadavre. À l'inverse, des températures plus basses et des précipitations retardent la décomposition et réduisent le nombre d'insectes présents. Ces conclusions concordent avec les études de Payne (1965) et Abel.

Notre expérience, qui portait sur la carcasse d'un lapin suspendu et euthanasié à l'aide de chloroforme, a révélé des résultats similaires à ceux obtenus par Dekeirsschieter et al. (2012) lors de l'étude d'une carcasse de lapin abattu. Nous avons observé que la carcasse était colonisée à la fois par des diptères et des coléoptères. Les diptères étaient présents dès le début de la décomposition du cadavre, tandis que les coléoptères étaient plus nombreux et se trouvaient à un stade avancé de décomposition. Ces observations sont cohérentes avec les travaux de Braack (1987) et Anderson (2001), qui soulignent le rôle important des coléoptères dans l'estimation et le contrôle de la décomposition. Ces informations peuvent être précieuses lors d'une enquête d'entomologie médico-légale.

Conclusion

Conclusion

L'entomologie médico-légale se focalise sur l'utilisation des insectes prélevés sur un corps pour déterminer le moment du décès. Cette spécialité entomologique relève du domaine de la médecine légale. Dans notre étude, nous avons réalisé une expérience sur une carcasse de lapin qui avait été tuée au chloroforme et suspendue par une corde dans une cage. La carcasse pesait environ 2.120 kilogrammes. Notre objectif était d'observer la décomposition de la carcasse suspendue et sa colonisation par les insectes nécrophage notamment les coléoptères.

Nous avons suivi la décomposition du cadavre pendant une période de 23 jours, et les résultats de notre expérience ont révélé que les insectes nécrophages jouent un rôle primordial dans le processus de décomposition des corps. Nous avons identifié cinq familles et huit espèces de diptères, ainsi que six familles et dix espèces de coléoptères. Nos résultats concernant la décomposition du cadavre et la colonisation par les coléoptères indiquent que ces derniers sont de bons indicateurs pour estimer la durée écoulée depuis la pendaison du cadavre. Ils arrivent à un stade de décomposition avancée et colonisent le corps de manière significative, avec une variété d'espèces jusqu'à l'étape de séchage même si le cadavre est suspendu.

Il est possible d'envisager d'autres perspectives sur la diversité biologique des insectes nécrophages en fonction de l'état du cadavre, qu'il s'agisse d'un corps enterré dans le sol, immergé dans l'eau.....etc.

Il est important de contribuer à l'étude de la décomposition des cadavres et de la colonisation par les coléoptères afin de mieux comprendre les processus écologiques liés à la mort et à la décomposition. Cette recherche revêt une importance considérable dans les domaines de la médecine légale, de l'entomologie et de la préservation de la biodiversité.

De plus, les résultats obtenus à partir du cadavre que nous avons étudié dans la zone de Constantine permettront d'acquérir des informations fondamentales sur la faune insectivore présente dans la même zone lorsque le cadavre est suspendu. Cela nous permettra de mieux appréhender la biodiversité et les interactions écologiques dans cet environnement spécifique.

Liste des références

- Amendt, J., Campobasso, C.P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H.N. and Hall, M.J., 2004. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International journal of legal medicine*, 118(2), pp.93-99.
- Amendt, J., Richards, C. S., & Campobasso, C. P. (Eds.). (2010). *Forensic entomology: International dimensions and frontiers*. Springer Science & Business Media.
- Amendt, J., Richards, C.S., Campobasso, C.P., Zehner, R., Hall, M.J.R. (2007). *Forensic entomology: applications and limitations*. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 3(3), 191-199. <https://doi.org/10.1007/s12024-007-0014-7>
- Anderson, G. (2001). The use of insects in the investigation of homicide and suspicious death. *Forensic Science International*, 120(1-2), 79-90.
- Benecke, M. (2001). A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, 120(1-2), 2-14. doi: 10.1016/s0379-0738(01)00408-2
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. (2010). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations* (2nd ed.). CRC Press.
- -Byrd, J. H., & Castner, J. L. (Eds.). (2010). *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC press.
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. (Eds.). (2010). *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations* (2nd ed.). CRC Press.
- Campobasso, C. P. (2017). The development of forensic entomology: A historical and literature review. *Forensic Science International*, 270, 20-29. doi: 10.1016/j.forsciint.2016.11.015
- Campobasso, C. P., Di Vella, G., Introna, F. Jr, & Pietro, G. D. (2001). Forensic entomology: application and limitations. *Forensic Science International*, 120(1-2), 136-147.
- Campobasso, C.P., et al. (2010). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 198(1-3), 1-7.
- Catts, E. P., & Haskell, N. H. (1990). *Entomology and death: A procedural guide*. Joyce's Print Shop.
- Catts, E.P., Goff, M.L. (1992). Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 37(1), 253-272. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.001345>
- Charabidzé, D. (2008). Entomologie médico-légale : Les insectes nécrophages au service de la justice. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 113(1), 3-14.
- Charabidze, D. (2008). Entomologie médico-légale. In *Encyclopédie médico-chirurgicale* (Vol. 4). Elsevier.
- Charabidze, D. (2008). Les insectes nécrophages et leur intérêt médico-légal. *Sciences et Techniques de la Sécurité*, 51, 21-29.
- Charabidzé, D. (2012a). Succession des Arthropodes sur cadavres : Le rôle des facteurs locaux. *La lettre de l'OCEAC*, 15, 15-18.
- Charabidze, D., & Gosselin, M. (2021). Forensic entomology: improving the estimation of the post-mortem interval. *Annals of Forensic Research and Analysis*,
- Chinery, M. (2005). *Insects of Britain and Western Europe* (4th ed.). Collins.

- Dekeirsschieter, J., Frederick, C., Verheggen, F. J., Drugmand, D., & Haubruge, E. (2012b). Forensic entomology investigations from Doctor Marcel Leclercq until nowadays. *Journal of Medical Entomology*, 49(2), 291-302.
- Gaudry, E. (2009). L'entomologie médico-légale en France. *Annales de Toxicologie Analytique*, 21(3), 119-126.
- Gennard, D. (2007). *Forensic entomology: An introduction*. John Wiley & Sons.
- Gennard, D. (2007). *Forensic Entomology: An Introduction*. John Wiley & Sons.
- Goffin, J., Zuber, S., & Lepoint, G. (2021). Environmental factors affecting the decomposition of vertebrate carcasses. In *Forensic Ecology Handbook* (pp. 9-28). Wiley-Blackwell.
- Google Maps. (n.d.). Constantine, Algeria. Récupéré le 15 mai 2023, à partir de [Insérer le lien ici].
- Grassberger, M. and Friedrich, G., 2013. Insects and forensic entomology. *Forensic Science International*, 232(1-3), pp.79-90.
- <https://bugguide.net/images/raw/ARH/QFR/ARHOFROQORKOORN0FRKQORKQWR50K0MOK0P0Z0P0TQFKFQ50YQ70CQ40AR80YQ3KDO70AR7OCRXQAR.jpg>
- https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/beetles/hide_beetle01.jpg
- <https://www.larousse.fr/encyclopedie/data/images/1006591-Papillons.jpg>
- Jessica, E. W. (2007). *The Ecology of Carrion Decomposition*. University of Georgia.
- Johnson, A.P. and Wallman, J.F., 2017. Advances in molecular methods for forensic entomology. *Current Opinion in Insect Science*, 20, pp.25-30.
- Klowden, M. J. (2013). *Physiological systems in insects*. Academic Press.
- Kocárek, P. (2003). Entomology in forensic sciences. *Forensic Science Review*, 15(1/2), 77-97.
- Mann, R. W., Bass, W. M., & Meadows, L. (1990). Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35(1), 103-111.
- Mann, R. W., Bass, W. M., & Meadows, L. (2021). Time since death and decomposition. In *Forensic pathology* (pp. 3-27). Academic Press.
- Matile, L. (1995). Taxonomy, biology, and zoogeography of the Fanniidae (Diptera: Calyptratae) of the world. *Mémoires de la Société Entomologique de France*, 4, 1-404.
- Matuszewski, S., et al. (2010). Insects as forensic indicators. In Byrd, J.H. and Castner, J.L. (Eds.), *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations* (pp. 43-84). CRC Press.
- Office National des Statistiques. (2018). Wilaya de Constantine : Présentation. Récupéré le 15 mai 2023, à partir de [Insérer le lien ici].
- Payne, J.A. (1965). A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46(5), 592-602. <https://doi.org/10.2307/1934999>
- Rivers, D.B., & Dahlem, G.A. (2015). Forensic entomology. In R. Byrd and J.L. Castner (Eds.), *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations* (pp. 187-216). CRC Press.
- Schoenly, K., Haskell, N. H., Byrd, J. H., & Lord, W. D. (2019). Time of death determinations using arthropod evidence: Understanding the postmortem interval. CRC Press.
- Smith, K. G. V., & Merritt, R. W. (2011). Beetles (Coleoptera). In R. W. Merritt, K. W. Cummins, & M. B. Berg (Eds.), *An introduction to the aquatic insects of North America* (4th ed., pp. 241-302). Kendall Hunt Publishing.

- Tomberlin, J.K., et al. (2011). A review of insect-based forensic investigations in the United States. *Entomology Research International*, 3(1), 1-18.
- Walker, F. (1836). Characters of new Chalcidites. *The Entomological Magazine*, 3, 82-83.
- Wells, J. D., & Lamotte, L. R. (1995). Use of insects for estimating time of death. In J. Byrd & J. Castner (Eds.), *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations* (pp. 287-302). CRC Press.
- Wells, J. D., & Lamotte, L. R. (2001). Developing and implementing an insect colonization sequence for a decomposing human carcass in the Pacific Northwest. *Journal of Forensic Sciences*, 46(4), 844-853.
- Wyss, C., & Cherix, D. (2001). Faune nécrophage et entomologie médico-légale en Suisse. *Revue Médicale Suisse*, 133(4), 253-257.
- Wyss, C., & Cherix, D. (2006). Importance de la faune nécrophage et conséquences sur la médecine légale. *Revue Médicale Suisse*, 2(94), 307-310.
- Wyss, C., & Cherix, D. (2006). Importance de la faune nécrophage et conséquences sur la médecine légale. *Revue Médicale Suisse*, 2(94), 307-310.
- Wyss, C., & Chérix, D. (2006). Importance de la faune nécrophage et conséquences sur la médecine légale. *Revue Médicale Suisse*, 2(94), 307-310.
- Wyss, C., & Cherix, D. (2006). Les insectes nécrophages en médecine légale. *Médecine légale et dommage corporel*, 9(3), 142-149.
- Wyss, C., & Cherix, D. (2006). Les insectes nécrophages et leur utilisation en médecine légale. *Revue Médicale Suisse*, 2(90), 2408-2412.
- Wyss, C., & Chérix, D. (2014). Les diptères nécrophages en médecine légale: aspects généraux et application pratique. *Revue Médicale Suisse*, 10(449), 2018-2022.

Résumé

Résumé

Notre participation par ce travail vise à caractériser les stades de décomposition d'un cadavre suspendu, ainsi que l'arrivée des insectes nécrophages notamment les coléoptères en fonction de l'état du cadavre.

Pendant une période d'expérimentation de 23 jours (du 14 mai au 5 juin), une investigation entomologique a été réalisée sur un cadavre de lapin suspendu dans une cage à proximité du Laboratoire de biosystématique et Ecologie des Arthropodes.

L'échantillonnage quotidien, nous a permis de recueillir 497 insectes nécrophages, dont 272 coléoptères (55%) répartis en 6 familles (Dermestidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Trogidae, Cleridae) et 216 Diptères répartis en 5 familles (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Fanniidae).

Il a été constaté que depuis que la température a augmenté, il y a eu une augmentation plus significative du nombre d'insectes et une accélération de la décomposition. Ainsi que, l'abondance des coléoptères était supérieure à celle des diptères. La température joue donc un rôle dans l'arrivée des insectes, notamment les coléoptères, et affecte la vitesse de décomposition.

On a également observé que les coléoptères étaient les insectes les plus nombreux sur le cadavre, en particulier à un stade de décomposition avancée. Nos résultats concernant la décomposition du cadavre et sa colonisation par les coléoptères indiquent qu'ils sont de bons indicateurs pour estimer la période post-pendaison.

Mots clés : Insectes Nécrophages ; Coléoptères Nécrophages ; Décomposition cadavérique ; Cadavre suspendu.

الملخص

خلال فترة تجريبية مدتها 23 يومًا (من 14 ماي إلى 5 جوان) ، تم إجراء دراسة الحشرات الرمية على جثة أرنب معلق في قفص لحمايته من الحيوانات المفترسة بالقرب من مختبر النظم البيولوجية وبيئة المفصليات. بفضل عملية أخذ العينات لدينا ، تمكنا من جمع 497 نوعًا من الحشرات الميتة ، بما في ذلك 272 خنفساء (55%) مقسمة إلى 6 عائلات (Dermestidae ، Histeridae ، Staphylinidae ، Silphidae ، Trogidae ، Cleridae) و 216 Diptera مقسمة إلى 5 عائلات (Calliphoridae ، Muscidae ، Sarcophagidae ، Fanniidae ، Piophilidae). منذ ارتفاع درجة الحرارة ، كانت هناك زيادة كبيرة في عدد الحشرات وتسارع التحلل. بالإضافة إلى ذلك ، كانت نسبة الخنافس أعلى من نسبة الذباب الرمي. تلعب درجة الحرارة دورًا في ظهور الحشرات وخاصة الخنافس ، وبالتالي تؤثر على معدل التحلل. تشير نتائجنا المتعلقة بتحلل الجثة واستعمارها بواسطة الخنافس إلى أنها مؤشرات جيدة لتقدير فترة ما بعد الشنق. تؤثر حالة وتحلل الجثة على وصول الخنافس وتنوعها ، مما يساهم بشكل مباشر في تحللها.

الكلمات المفتاحية: خنافس رمية, حشرات رمية , تحلل الجثة, جثة معلقة.

Abstract

Our participation in this work aims to characterize the stages of decomposition of a suspended corpse, as well as the arrival of necrophagous insects, particularly beetles, based on the condition of the corpse.

During an experimental period of 23 days (from May 14 to June 5), an animal inventory was carried out on the carcass of a rabbit suspended in a cage to protect it from predators near the Laboratory of Biosystematic and Arthropod Ecology.

In our study, we were able to collect 497 species of necrophagous insects, including 272 beetles (55%) divided into 6 families (Dermestidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Trogidae, Cleridae) and 216 Diptera divided into 5 families (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Fanniidae).

Since the temperature has increased, there has been a more significant increase in the number of insects and an acceleration of decomposition. In addition, the proportion of beetles was higher than that of Diptera. Temperature plays a role in the appearance of insects, especially beetles, and therefore affects the rate of decomposition.

It was also observed that beetles were the most numerous insects on the corpse, especially at an advanced stage of decomposition. Our results concerning the decomposition of the corpse and its colonization by beetles indicate that they are good indicators for estimating the post-hanging period. The condition and decomposition of the carcass has an impact on the arrival and diversity of beetles.

KeyWords: Necrophagous beetles; Necrophagous insects; Decomposition of corpse ; suspended corpse.

Année universitaire : 2022-2023

Présenté par : Berguella khoulood
Moualkia elina ayat
errahmane

Contribution à l'étude de la décomposition d'un cadavre suspendu et sa colonisation par les Coléoptères nécrophages

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie Evolution et Contrôle Des Populations D'insectes

Notre participation par ce travail vise à caractériser les stades de décomposition d'un cadavre suspendu, ainsi que l'arrivée des insectes nécrophages notamment les coléoptères en fonction de l'état du cadavre.

Pendant une période d'expérimentation de 23 jours (du 14 mai au 5 juin), une investigation entomologique a été réalisée sur un cadavre de lapin suspendu dans une cage à proximité du Laboratoire de biosystématique et Ecologie des Arthropodes.

L'échantillonnage quotidien, nous a permis de recueillir 497 insectes nécrophages, dont 272 coléoptères (55%) répartis en 6 familles (Dermestidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Trogidae, Cleridae) et 216 Diptères répartis en 5 familles (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Fanniidae).

Il a été constaté que depuis que la température a augmenté, il y a eu une augmentation plus significative du nombre d'insectes et une accélération de la décomposition. Ainsi que, l'abondance des coléoptères était supérieure à celle des diptères. La température joue donc un rôle dans l'arrivée des insectes, notamment les coléoptères, et affecte la vitesse de décomposition.

On a également observé que les coléoptères étaient les insectes les plus nombreux sur le cadavre, en particulier à un stade de décomposition avancée. Nos résultats concernant la décomposition du cadavre et sa colonisation par les coléoptères indiquent qu'ils sont de bons indicateurs pour estimer la période post-mortelle.

Mots-clefs : Insectes Nécrophages ; Coléoptères Nécrophages ; Décomposition cadavérique ; Cadavre su

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Bio Systematique et Ecologie des Arthropodes situé à Chaabat Erssas ;Constantine ; Algérie.

Président du jury : Dr. KOHIL Karima MCA (MCA - UFM Constantine).

Encadrant : Dr. GUERROUDJ Fatima Zohra (MCB à Université Farhat Abbas, Sétif 1)

Examineur : Dr. BENMIRA Selma El Batoul (MCB à centre universitaire Abdelhafid Boussouf Mila)

Année universitaire : 2022-2023

Présenté par : Berguella khoulood
Moualkia elina ayat errahmane

Contribution à l'étude de la décomposition d'un cadavre suspendu et sa colonisation par les Coléoptères nécrophages

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie Evolution et Contrôle Des Populations
D'insectes

Notre participation par ce travail vise à caractériser les stades de décomposition d'un cadavre suspendu, ainsi que l'arrivée des insectes nécrophages notamment les coléoptères en fonction de l'état du cadavre.

Pendant une période d'expérimentation de 23 jours (du 14 mai au 5 juin), une investigation entomologique a été réalisée sur un cadavre de lapin suspendu dans une cage à proximité du Laboratoire de biosystématique et Ecologie des Arthropodes.

L'échantillonnage quotidien, nous a permis de recueillir 497 insectes nécrophages, dont 272 coléoptères (55%) répartis en 6 familles (Dermestidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Trogidae, Cleridae) et 216 Diptères répartis en 5 familles (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Fanniidae).

Il a été constaté que depuis que la température a augmenté, il y a eu une augmentation plus significative du nombre d'insectes et une accélération de la décomposition. Ainsi que, l'abondance des coléoptères était supérieure à celle des diptères. La température joue donc un rôle dans l'arrivée des insectes, notamment les coléoptères, et affecte la vitesse de décomposition.

On a également observé que les coléoptères étaient les insectes les plus nombreux sur le cadavre, en particulier à un stade de décomposition avancée. Nos résultats concernant la décomposition du cadavre et sa colonisation par les coléoptères indiquent qu'ils sont de bons indicateurs pour estimer la période post-pondaison.

Mots-clés : Insectes Nécrophages ; Coléoptères Nécrophages ; Décomposition cadavérique ; Cadavre suspendu

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Bio Systematique et Ecologie des Arthropodes situé à Chaabat Erssas ;Constantine ; Algérie.

Président du jury : Dr. KOHIL Karima MCA (MCA - UFM Constantine).
Encadrant : Dr. GUERROUDJ Fatima Zohra (MCB à Université Farhat Abbas, Sétif 1)
Examineur : Dr. BENMIRA Selma El Batoul (MCB à centre universitaire Abdelhafid Boussouf Mila)