

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Animale.

كلية علوم الطبيعة والحياة
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 :

**Inventaire de la faune nécrophage sur cadavre de
lapin dans la région de constantine**

Présenté par : RAHAM Nourhane

Le 22/06/2022

BENABDLEKADER Hadil

Jury d'évaluation :

Encadreur : Dr. BENMIRA Selma El Batoul (MCB – Centre Universitaire Abdelhafid boussouf-Mila).

Examineur 1 : Dr. BRAHIM BOUNAB Hayatte (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : Dr. GUERROUDJ Fatima – Zohra(MCB - Université Farhat Abbes,Sétif 1).

**Année universitaire
2021 - 2022**

Dédicace :

Je dédie ce travail à :

**Ma chère mère ; La femme qui représente le centre de ma vie, que je considère également comme sœur et meilleure amie. La femme qui n'a jamais cessé des prières pour moi et me soutenir pour que je puisse atteindre mes objectifs; qui m'a beaucoup encouragé durant mon parcours universitaires et était à mes côtés à chaque étape de ma vie.*

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

Mon précieux offre, Qui m'a beaucoup soutenu, et m'a écouté dans chaque idée ; Qui est fier de tous mes succès je suis diplômé aujourd'hui grâce à vous.

**Chers frères imad; taha. ;Loukman ; Je vous remercie aujourd'hui pour votre soutien. Je vous aime.*

** Ma chère chaima, la personne qui m'a accompagné à chaque étape de ce travail.*

**Mon chère Binôme : BENABDLEKADER HADIL.*

.

Dédicace :

Ce travail est dédié :

** À ma mère " Naima ", la femme qui m'a mis au monde et a été derrière mes réussites. La femme qui grâce à Dieu bien sur puis a son soutien que je suis arrivée là ou je suis.*

** À mon père " Brahim " l'homme qui travaille dur pour nous assurer une vie meilleure.*

** À mes frères " Louai ", " Abdessamad ", ma sœur " Rim " et son marie " Farouk Aouag ", sans oublier mes petits anges " Meriem " et " Aicha " que j'aime beaucoup.*

** À ma petite cousine " Maissara Benabdelkader " .*

** À tous mes amies.*

** Et bien sûr à mon chère Binôme " Nourhane RAHAM ".*

Remerciement

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

Je souhaite avant tout remercier mon encadreur, Docteur Benmira Selma El Batoul, pour le temps qu'elle a consacré pour nous et pour les informations importantes qu'elle nous a fourni pendant notre recherche.

Je tiens à remercier spécialement Docteur Brahim Bounab Hayatte qui nous a beaucoup aidé durant notre parcours universitaire.

Un grand merci à Docteur Guerroudj Fatima – Zohra d'avoir accepté d'être parmi le jury de notre mémoire.

Nous voudrions également remercier tous nos chers professeurs qui ont joué un rôle essentiel dans notre parcours universitaire jusqu'à présent "Graduation Day" et nous remercions également le Département de biologie animale, et bien sûr en tête de liste Docteur Madaci Brahim.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : Données bibliographiques	
1. Les insectes nécrophages et leur utilisation en médecine légale.....	3
1.1. Position systématique des insectes.....	3
1.2. Anatomie générale.....	3
1.2.1. Anatomie externe.....	3
La Tête.....	3
Les Antenne.....	3
Les Yeux.....	4
Les Pièces Buccales.....	4
Le Thorax.....	4
L'abdomen.....	5
1.2.2. Anatomie Interne.....	5
Appareil Digestive.....	5
Intestin antérieur.....	5
Intestin moyen.....	5
Intestin postérieur.....	5
Système Circulatoire.....	5
Système Nerveux.....	6
1.3. La Faune cadavérique.....	7
Les Nécrophages.....	7
Les Nécrophiles.....	7

Les Omnivores.....	7
Les Opportunistes.....	7
Les Accidentelles.....	7
1.4. Les insectes nécrophages.....	8
1.4.1. Ordre des Diptères.....	8
Calliphoridae	8
Sarcophagidae.....	9
Muscidae.....	10
Fanniidae.....	10
Piophilidae.....	11
Phoridae.....	11
1.4.2. Ordre Coleoptères	12
Silphidae.....	12
Dermeestidae.....	13
Staphylinidae	13
Histériidae	14
1.4.3. Ordre des hyménoptères	14
1.4.4. Ordre des lépidoptères.....	15
1.5. Entomologie Médico-légale.....	15
1.5.1. Définition.....	15
1.5.2. Historique.....	15
Dans le Monde.....	15
En Algérie.....	16
1.5.3 L'intervalle post-mortem.....	16
1.5.3.1. Définition.....	16
1.5.3.2. Méthodes de calcul.....	17
Méthodes d'Accumulation du Degré	17
Méthode des Escouades.....	17
1.6. La décomposition cadavérique.....	19
Le stade frais.....	19
Le stade de gonflement.....	19
Le stade de la décomposition active (avancée).....	19
Le stade de la squelettisation (desséchement).....	20

CHAPITRE 2 : Matériel et Méthodes :

2.1. Zone d'étude.....	21
2.2. Matériel et expérience.....	21
2.2.1. Le Cadavre utilisé.....	21
2.2.2 Période de travail.....	22
2.2.3. Paramètres Physiques Etudiés.....	23
2.2.4. Méthodes d'Echantillonnage.....	24
2.2.4.1. La méthode directe.....	24
2.2.4.2. La méthode indirecte.....	25
2.2.5. Identification des spécimens.....	26
2.2.6. Exploitation des résultats.....	27
2.2.6.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition.....	27
2.2.6.1.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm).....	27
2.2.6.1.2. L'abondance relative F (%)......	28
2.2.6.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	28
2.2.6.2.1. Indice de diversité de Shannon-Waever et équitabilité.....	28

CHAPITRE 3 : Résultats

3.1. Arrivée des insectes selon l'état du cadavre.....	30
Le premier jour.....	30
Le deuxième jour.....	30
Le troisième jour.....	31
Le quatrième jour.....	31
Le cinquième jour.....	31
Le sixième et le septième jour (Week-end).....	32
Le huitième jour.....	32
Le neuvième jour.....	33
Le dixième jour.....	33
Le onzième et le douzième jour.....	34

3.2. Relevés climatiques.....	34
3.3. Inventaire des insectes nécrophages adultes récoltés.....	35
3.3.1. Les Diptères nécrophages.....	35
3.3.2. Les Coléoptères nécrophages.....	37
3.3.3. Les Hyménoptères nécrophages.....	38
3.4. Dénombrement des espèces durant la période de l'échantillonnage.....	38
3.5. Indices écologiques de composition.....	43
3.5.1. La richesse totale (S).....	43
3.5.2. Abondances relatives des familles.....	44
3.6. Indices écologiques de structure.....	45
3.6.1. Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Equitabilité.....	45
3.7. Influence des conditions physiques sur l'indice de diversité (H').....	46
CHAPITRE 4 : Discussion et Conclusion	
4Discussion et Conclusion.....	48
4.1. Discussion	48
4 2 .Conclusion et perspectives.....	50
Références Bibliographiques.....	51
Résumés.	

LISTE DES FIGURES

Figure 1. La morphologie générale d'un insecte (Debbie, 2021).....	6
Figure 2. Calliphoridae (Jeanine, 2020).....	9
Figure 3. Sarcophagidae (Jeanine, 2020).....	9
Figure 4. Muscidae (Jeanine, 2020).....	10
Figure 5. Faniidae (Benmira, 2018).....	10
Figure 6. Piophilidae (Jeanine, 2020).....	11
Figure 7. Phoridae (Benmira, 2018).....	11
Figure 8. Silphidae (Jeanine, 2020).....	12
Figure 9. Dermestidae (Jeanine, 2020).....	13
Figure 10. Staphylinidae (Benmira, 2018).....	13
Figure 11. Histeridae (Jeanine, 2020).....	14
Figure 12. Hymenoptera (Jeanine, 2020).....	14
Figure 13. Lepidoptera (Jeanine, 2020).....	15
Figure 14. Site de Laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes - Chabat Ersas - (photo original).....	21
Figure 15. Mise en cage du cadavre de Lapin (Photo Originale).....	22
Figure 16. La Cage utilisée pour l'étude (Photo Originale).....	22
Figure 17. Station météorologique de type IHM (photos originales).....	23
Figure 18. Moniteur tactile de la station météorologique (photo originale).....	23
Figure 19. Tubes en plastique (photo originale).....	24
Figure 20. Boîtes de pétri (photo originale).....	24
Figure 21. Pincettes métalliques (photo originale).....	24
Figure 22. Echantillonnage avec la méthode directe (Photo originale).....	24
Figure 23. Piège à fosse (photos originales).....	25
Figure 24. Insecticide (photo originale).....	25
Figure 25. Savon Liquide (photo originale).....	25
Figure 26. Alcool 75% (photo originale).....	25
Figure 27. Piège à émergence (photo originale).....	26
Figure 28. Epingles entomologique (photo originale).....	26
Figure 29. Congélateur (photo originale).....	26

Figure 30. Loupe Binoculaire type OPTECH 1,5X (photo originale)	27
Figure 31. Cadavre en bon état (photo originale).....	30
Figure 32. Stade de gonflement du cadavre(photo originale).....	31
Figure 33. Cadavre mouille (photo originale).....	31
Figure 34. Les Coléoptères dans le piège à fosse (photo originale).....	32
Figure 35. Décomposition avancée (photo originale).....	32
Figure 36. Décomposition totale du lapin (photo originale).....	33
Figure 37. Répartition du nombre de Diptères par espèce.....	36
Figure 38. Répartition du nombre de Coléoptères par espèce.....	37
Figure 39. Variation des richesses totales (S) durant la période d'étude.....	43
Figure 40. Abondances relatives des familles récoltées.....	44
Figure 41. Variation de l'indice de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) durant la période d'investigations.....	45
Figure 42. Variation de la diversité au cours du temps par rapport à la température.....	46
Figure 43. Variation de la diversité au cours du temps par rapport à l'Hygrométrie.....	46

Liste des Tableaux

Tableau 1 : escouades d'insectes colonisateurs du cadavre définies par Mégnin (Dorothy,2012)(Mégnin, 1894).....	18
Tableau 2 : Caractéristiques physiques du site de prélèvement et état du substrat.....	35
Tableau3 :liste des diptères nécrophages.....	36
Tableau4 liste des Coléoptères nécrophages.....	37
Tableau 5 : liste des Hyménoptères nécrophages.....	38
Tableau 6 : Dénombrement des espèces échantillonnées durant la période d'investigation.....	38
Tableau 7 :Figures des espèces Diptères récoltés (photos Originales ;2022)....	40
Tableau 8 : Figures des espèces Coléoptères récoltés (Photos originales ;2022).....	41
Tableau 9 : Effectifs et fréquences centésimales des insectes récoltés.....	41
Tableau 10 : Variation de H' selon la température et l'humidité....	43
Tableau 11 : Variation de H' selon la température et l'humidité.....	45

INTRODUCTION

Introduction

Au sein d'une enquête de droit criminel sur un cadavre trouvé, les investigateurs ont utiliser l'âge des insectes nécrophages tant qu'indice de détermination du temps écoulé entre la mort et la découverte du cadavre (Intervalle post-mortem)(Christine, F *et al.* 2011) si la température, la rigidité du corps et d'autres méthodes écologiques et toxicologique ne sont plus efficaces (Charabidze. 2012), cela définit l'entomologie médico-légale (Amélie, G, T.2021). Cette discipline n'est pas neuve mais il a connu un grand développement depuis 2000 en Europe, et après le monde entier, mais récemment en Algérie et elle évolue constamment.

Les insectes nécrophages sont des protecteurs de nature et considéré comme des majeur décomposeurs, participant dans la minéralisation et la destruction des tissus de cadavre, réduisant la propagation des agents pathogènes, et donc des bons nettoyeurs (LECLERCQ & VERSTRAETEN, 1992. In MARNICHE, 2019).

Ces animaux colonisent le cadavre car ils sont attirés par les odeurs dispersés par le cadavre juste après la mort, et leur utilisent comme une source de nutrition et un lieu de reproduction (Dekeirsschiet *et al.* 2012); il pond leurs œufs, puis les larves continuent leur cycle de vie à l'intérieur jusqu'à stade adulte.

Il y'en a des conditions qui contrôlent la succession des insectes nécrophages et la durée de décomposition cadavérique, telle que les conditions climatiques (température élevée et humidité basse veut dire cycle de vie accélérant, donc une décomposition rapide), la saison, la localisation, l'espèce, la taille et le poids de substrat (Aubernonet *al.*, 2017).

Notre expertise consiste à étudier les différentes étapes de dégradation cadavérique, collecter et identifier les espèces nécrophages adulte qui visite le corps durant la période d'étude ; des le dépôt jusqu'à stade squelettique ; aussi l'effet des conditions écologiques et biologiques sur le processus. Alors :

- Quels sont les différentes étapes de décomposition ?
- Quels sont les insectes qui visite le cadavre ? et a quel stade ils sont arrivés ?
- Comment la température et l'humidité influence-t-il sur l'apparition des insectes ?

Pour répondre aux questions en a organisé notre travail dans quatre chapitres comme suit :

Le premier chapitre est une recherche bibliographique contenant une série de définitions des éléments les plus importants pour cette étude ; historique de l'entomologie médico-légale, les étapes de décomposition et les différentes familles et leur succession.

Le deuxième chapitre, dans lequel nous avons mentionné les caractéristiques de la zone d'étude et les matériels biologiques et entomologiques utilisés dans celle-ci, ainsi que les méthodes d'étude écologique de la communauté d'insectes nécrophages collectés.

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

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

Finalement, on a mis une conclusion générale sur le thème d'étude avec les perspectives sur l'entomologie médico-légale.

**DONNEES
BIBLIOGRAPHIQUES**

1. Les insectes nécrophages et leur utilisation en médecine légale :

1.1. Position systématique des insectes

La systématique science soucieuse d'établir des classifications durables, a elle-même subi d'énormes changements au cours des deux dernières décennies. Grâce à cette discipline, les êtres vivants sont classés par règne, phylum (embranchement), classe, ordre, famille, genre et espèce. Ce système a été développé par Carl Von Linné au 18e siècle.

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

1.2. Anatomie générale

1.2.1. Anatomie externe

Le corps des insectes est composé comme tout arthropode d'un exosquelette rigide, et de trois segments ou bien tagmes munis d'appendices (Debbie, 2021) :

La Tête :

C'est la partie antérieure du corps de l'insecte, elle est individualisée et forme une capsule qui porte les antennes, les yeux, les ocelles et les pièces buccales(Nicolas, 1976).

Les Antennes :

C'est une paire d'appendices qui ont un rôle olfactif, ils sont riches en récepteurs sensoriels, et constitués de radicule ;où elles s'attachent sur la tête, puis l'escape et le pédicelle suivi par une succession d'articles formant le flagelle antennaire(Taylor, 2020)(Nicolas, 1976).

Les Yeux :

Représentent les organes de la vision, situés sur les côtés de la tête, et ils sont composés d'ommatidies (leur nombre varie selon les espèces), et il existe aussi des yeux simples, ils ne détectent que la lumière sans coloration ; ces structures sont appelées des Ocelles. (Nicolas, 1976).

Les Pièces Buccales : composées de

-Labre ou lèvre supérieur situé sous le clypeus .

-Une paire de mandibules transformée en stylet chez les insectes suceurs, et une paire de maxilles (Snodgrass, 1993).

Le Thorax :

La deuxième partie du corps qui est divisée en trois segments (le Prothorax, le Mésothorax et le Métathorax).

Trois paires de pattes (une paire par segment vu que se sont des hexapodes) qui aident l'insecte à se mouvoir en marchant, sautant, courant ou nageant, chaque une est constitué de coxa, trochanter, fémur, tibia et se termine par des tarses et griffes. (Drugmand et Wauthy, 1992).

Deux paires d'ailes qui sont des appendices membraneux situé sur le thorax, responsables du vol, leur forme change selon les ordres, comme chez les coléoptères on ne trouve qu'une seule paire et l'autre transformée en étui qui cache les ailes postérieures, cependant chez les diptères les ailes antérieures restent membraneuses et les postérieures rétrécissent et forment des balanciers. Les ailes sont caractérisés par la présence des nervations longitudinales et transversales qui leur divise en cellules. (Drugmand et Wauthy, 1992).

L'abdomen :

La dernière partie du corps (postérieure), elle est caractérisée par sa structure simple, elle est composée de nombreux segments (jusqu'à 12 segments). On distingue une différence de la manière d'attachement avec le thorax entre espèce et autre (Taylor, 2020).

1.2.2. Anatomie Interne :

Appareil Digestive :

Responsable de la digestion des aliments, commence par l'œsophage et se termine par l'anus, et constitue trois parties (Rolf *et al*, 2014):

-Intestin antérieur :

Où se fait l'aspiration et le stockage de nourriture avant le passage au proventricule et le traitement (Taylor, 2020).

-Intestin moyen :

Où se passe la digestion et l'absorption des nutriments ; par le tube de malpighies (Taylor, 2020).

-Intestin postérieur :

A pour rôle l'élimination des déchets et des acides uriques du sang à travers l'Anus (Taylor, 2020).

Système Circulatoire :

Les insectes ont un système circulatoire ouvert, l'Hémolymph (l'équivalent du sang chez l'Homme) qui coule dans la cavité interne entraîné par une pompe tous comme le Cœur des autres animaux supérieurs qui se trouve dans la section

abdominale du vaisseau dorsal, les ostia aident l'hémolymphe à arriver aux muscles et aux autres organes du corps de l'insecte. (Taylor, 2020)(Debbie, 2021).

Système Nerveux :

Selon Nicolas (1976) Le système nerveux des insectes est similaire à celui de l'humain, il est constitué d'un réseau de cellules nerveuses attachées l'une à l'autre qui sert à recevoir l'information des organes sensoriels et la transporte à la centrale qui est le cerveau pour répondre par des mouvements, le cerveau est situé en arrière de la tête, et composé de trois lobes chacun comporte une paire de ganglions (donc chaque segment du corps a son propre cerveau) :

- Le Protocérébron : associé à la vision.
- Le Deutocérébron : lié aux antennes.
- Le tritocérébron : a une relation avec les pièces buccales

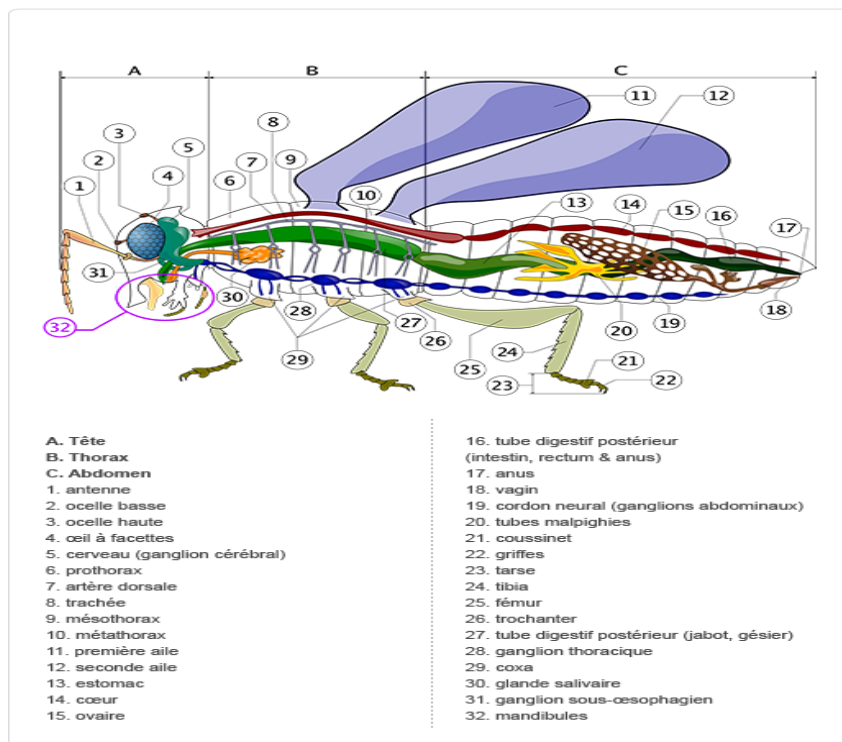


Fig.1 : la morphologie générale d'un insecte (Debbie, 2021)

1.3. La Faune cadavérique :

Les arthropodes notamment les insectes sont les premiers visiteurs du corps juste après la mort, ils l'utilisent comme micro-habitat, milieu de ponte ou seulement pour la nutrition, écologiquement on regroupe ces insectes en quatre catégories et la cinquième est accidentelle (Dekeisschietter et al. 2012) :

Les Nécrophages :

Ces espèces colonisent le cadavre et se nourrissent directement de substrat pour avoir une bonne nutrition (protéines) pour maturation des œufs et des larves. (Dekeisschietter et al. 2012) (Regis, 2000).

Les Nécrophiles :

Ils sont des parasites (en stade adulte ou larvaire) des insectes nécrophages, soit de larves ou de pupes, ils appartient généralement a l'ordre des Diptères (Calliphoridae) ou a celui des Coléoptères (Silphidae). (Regis. 2000)

Les Omnivores :

Ils sont généralement des hyménoptères, leur régime alimentaire est basé sur la prédation des insectes nécrophages et nécrophiles plus le cadavre lui-même. (Regis. 2000)

Les Opportunistes :

Utilisant le cadavre comme annexe de sont habitat, pour nutrition ou hibernation...etc., ils peuvent être un prédateur de nécrophages ou elles considèrent les champignons aussi comme une source d'alimentation, ils appartiennent au acariens, Collemboles ou Lépidoptères. (Dekeisschietter *et al.* 2012)

Les Accidentelles :

Elle visite le cadavre au hasard, veut dire qu'elles ne s'intéressent pas au odeurs et nourriture

qu'il fournit, on trouve ici les Coccinillidae. (Dekeirsschieter & Haubruge, 2009. In Boukhari & Bouraiou, 2017).

1.4. Les insectes nécrophages :

Ce sont généralement les premiers à atteindre le corps peu de temps après la mort et à le coloniser dans une séquence assez prévisible.

La décomposition du corps entraînera des modifications importantes des propriétés physiques et biochimiques et celui-ci va émettre des odeurs plus attirantes pour certaines espèces plus que d'autres.

La faune nécrophage se compose de quatre ordres principaux : Diptères, Coléoptères, Hyménoptères et Lépidoptères.

1.4.1. Ordre des Diptères :

Cet ordre comprend 150 000 espèces décrites réparties en 177 familles. Se distingue par la présence d'une et unique paire d'ailes, les ailes postérieures se réduisent à Pendules ou haltères. (benmira ;2018) in (Chinery, 2005).

Cet ordre est principalement divisé en deux sous-ordres : les nématocères et Brachycères (y compris les orthorraphes et les cyclorraphes .

Il appartient à plusieurs familles sont : Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae et Phoridae.

Calliphoridae :

Cette famille contient 1000 espèces réparties dans le monde entier (Byrd & Castner, 2010) Les mouches appartenant à cette famille sont souvent observées autour des carcasses.

Se sont des mouches de taille moyenne à grande variant de 4 à 16mm. La majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement

noir, ou alors on trouve une longue pilosité dorée sur le thorax. Les larves ont une taille allant de 8 à 23mm habituellement de couleur blanche ou crème (Fig.2).

Les Calliphoridés sont des mouches qui présentent un intérêt majeur en entomologie forensique. Habituellement se sont les premières mouches arrivées sur cadavres (Wyss & Cherix, 2006b).

La tête et le corps ont de longues soies, avec un dimorphisme sexuel au niveau des yeux, les mâles communiquant alors que les femelles sont clairement séparées (Bouleknéfet, 2016).



Fig.2. Calliphoridae (jeanine ;2020)

Sarcophagidae :

On les appelle souvent mouches à viande ou mouches à damier. Elles possèdent un abdomen qui porte le plus souvent un motif en damier, parfois des bandes ou des taches grises ou noires sur le dos du thorax (Fig.3). Aucune espèce ne porte des couleurs métalliques (Wyss & Cherix, 2006a).

Elles peuvent être présentes sur le corps après quelques jours de décomposition. Les mouches appartenant à cette famille sont vivipares, c'est-à-dire qu'elles pondent généralement des larves sur le cadavre et non des œufs (Wyss &Chérix, 2006).



Fig.3. Sarcophagidae (jeanine ;2015)

Muscidae :

Se sont des mouches de taille plus modeste allant de 3 à 10mm, les adultes sont relativement discrets du point de vue coloration, généralement de couleur terne, mais aussi assez variable, du jaune orange au gris, brun ou noir et très rarement avec une coloration métallique(Fig.4). Elles ont des rayures qui descendent le long de la poitrine et sans poils sous-duraux (Benmira ;2018).

Elles visitent le corps peu de temps après la mort, étant attiré par des sécrétions assez longues.



Fig.4.Muscidae (jeanine;2021)

Fanniidae :

Ces mouches sont communément appelées mouches des toilettes et ont souvent été classées à tort comme Muscides (Fig.5).(Dorothy ;2007) .

Les larves sont saprophages se nourrissent essentiellement de matière organique en décomposition, principalement d'origine végétale. Cependant, il y a peu d'espèces qui sont nécrophages (se nourrissent de carcasses humaines et animales) (Wyss et Cherix, 2001).



Fig.5.Fanniidae (Benmira ;2018)

Piophilidae :

Sont de petites mouches noires luisantes, d'une longueur de 2 à 6 mm (Fig.6). L'espèce la plus étudiée est *Piophilidae casei* (Linnaeus), La mouche du fromage *Piophilidae casei* représente une nuisance sérieuse dans l'industrie alimentaire, mais elle se rencontre aussi fréquemment sur des cadavres humains. Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale (Benmira ,2018) in (Wyss & Cherix, 2006).



Fig.6.Piophilidae (Benmira ;2010)

Phoridae :

Petites mouches mesurant de 0,5mm à 6mm de longueur, de couleurs brunes, noires ou jaunes et possèdent un dos voûté (Fig7). Les Phoridae recherchent les substances végétales ou animales en décomposition (Benmira, 2010). Ainsi, *Conicera tibialis* Schmitz, 1925 souvent appelée mouche des cercueils peut traverser plusieurs dizaines de centimètres de sol pour aller pondre sur des cadavres (Wyss& Cherix, 2006a). Leurs larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale (Wyss & Cherix, 2006).



Fig.7.Phoridae (Benmira ;2010)

1.4.2. Ordre Coleoptères :

Cet ordre est caractérisé par une paire d'ailes antérieures transformées en élytres et une paire postérieure d'ailes membraneuses (Châtenet, 1990) in (guerroudj ;2017).

Tous les Coléoptères sont holométaboles (métamorphose complète).

La grande majorité des coléoptères ayant un intérêt forensique sont : Dermestidae, Staphylinidae, Silphidae et Histéridae.

Silphidae :

Représentés par plus de 200 espèces, répandue dans le monde entier, et distribuées sur 15 genres (Sikes, 2005 ; Dekeirsschieter, 2011).

La famille des Silphidae appartient à la superfamille des Staphylinoidea et est divisé en deux sous-familles : les Nicrophorinae, appelé aussi Coléoptères fossoyeur, et les Silphinae (Sikes, 2005; Dekeirsschieter, 2011).

Ont un corps plat avec des bords pointus ,leur tête est petite par rapport à la taille de la poitrine. Les coléoptères de cette famille ont des antennes dans lesquelles la séquence de segments a tendance à s'épaissir à mesure que ces segments progressent vers le bas. La distance entre les points d'entrée de l'antenne est large (Fig.8.).

Ils se nourrissent de matières organiques en décomposition et la plupart des espèces sont communes au cadavre humain. Ils colonisent la dépouille tout au long du stade de gonflement jusqu'au dessèchement totale (Payne, 1965).



Fig.8.Silphidae (jeanine ;2020)

Dermestidae :

Ce sont des Coléoptères de taille moyenne (3,5-10 mm) dont le corps est couvert de poils courts ou d'écailles. Ils ont une forme ovale à allongée (Fig.9). (Benmira, 2010).

Leurs antennes sont constituées de 5 à 11 segments, se terminant par une massue de deux ou trois segments (Peacock, 1993).

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



Fig.9.Dermestidae (jeanine;2021)

Staphylinidae :

Sont des coléoptères actifs facilement reconnaissables ; leur taille varie de minuscule à grande (Fig.10).

Les coléoptères staphylinidés sont des prédateurs et sont attirés par le cadavre pour se nourrir des larves de diptères. Les espèces de cette famille sont très fréquentes mais majoritairement nécrophiles (Benmira, 2010). Elles chassent activement et peuvent donc influencer fortement sur le processus de colonisation et de décomposition de petits cadavres où les populations de larves de Diptères sont restreintes (Charabidze, 2008).

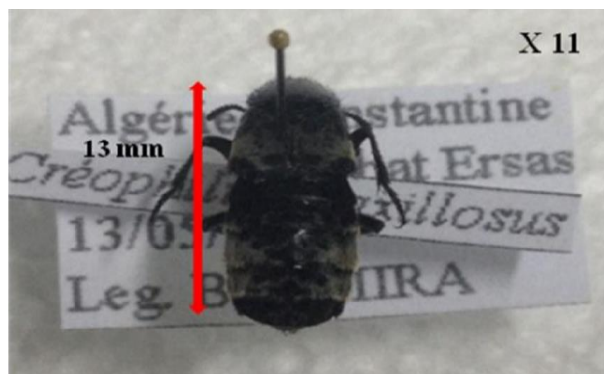


Fig.10.Staphylinidae (Benmira ;2018)

Histéridae :

Sont de petits coléoptères noirs brillants avec un exosquelette qui a une texture dure et est souvent coriace ou sculpté et de forme quelque peu ovale(Fig.11). Les larves et les adultes se trouvent sur la carcasse, car ils se nourrissent des insectes attirés par la matière organique en décomposition. Les larves mangent également les larves de mouches et se nourrissent d'autres insectes (wyss &Cherix ;2006).



Fig.11.Histéridae (jeanine;2020)

1.4.3. Ordre des hyménoptères :

Ils sont pourvus de quatre ailes membraneuses et de pièces buccales de type broyeur lécheur (Fig.12). La tête est séparée du thorax par un coup très mince. On trouve des guêpes parasitoïdes de la famille des Pteromalidae, notamment *Nasonia vitripennis*(Walker, 1836). Sont également nécrophages et peuvent laisser des lésions caractéristiques sur les cadavres. (Charabidze, 2008).



Fig.12.Hyménoptères (jeanine ;2015)

1.4.4. Ordre des lépidoptères :

Ce sont des insectes holométaboles, dont quelques espèces sont attachées aux cadavres, les plus communes appartiennent à la famille des Tinéidés. Surviennent tardivement lorsque le tissu sèche (Fig.13). (Benmira ;2018).



Fig.13.Lépidoptères (jeanine;2017)

1.5. Entomologie Médico-légale

1.5.1. Définition :

L'entomologie médico-légale, forensique ou bien judiciaire représente une discipline très vaste et mal connue qui repose sur l'utilisation des insectes nécrophages en différents stades de développement pour déterminer la date de la mort, les causes, et d'autres détails sur le cadavre ; principalement l'intervalle post-mortem IPM ; et cela dans les limites des investigation juridiques(Charabidze *et al.* 2008), spécialement les crimes de meurtre et de violence, et il peut fournir également des lignes directrices pour la collecte d'informations entomologiques médico-légales.

1.5.2. Historique :

Dans le Monde :

Les premières utilisations des principes de l'entomologie forensique en été marquées dans des époques très anciennes, aussi son histoire et de prouver les pratiques funéraires et la momification, et la mise en évidence des conditions des relevées sanitaire des population passé (Charabidze. Gosselin.2014).

Au cours du 13^{ème} siècle des insectes par hasard résolvent un mystère de crime , où un criminel plaide qu'il est coupable car une mouche Caliphoridae a été attirée par les traces de sang de la victime sur sa faucille. (Benecke,2001. In Charabidze,2012)

À partir du 17^{ème} siècle les recherches dans ce domaine-là ont commencé et s'est étendue en Europe qui démontrent que les larves sur le cadavre sont des nouvelles générations d'insectes provenant des pontes, tandis que plusieurs personnes pensent qu'ils sortent du cadavre après la mort, puis à la fin du 19^{ème} siècle Mégnin décrivait l'entomofaune du cadavre ou il a classé les insectes visiteurs du cadavres selon des escouades en ordre chronologique et selon les condition écologique, ainsi que d'autres chercheurs qui ont pu calculer la durée de présences des nécrophages sur le cadavre.

Dans les années 90 du 20^{ème} siècle les entomologistes américains ont reconnu ce domaine par la création de " American association of forensic entomology ". (Gennard, 2012)

Dès la 21^{ème} siècle l'entomologie médico-légale a connu un essor par la fondation de l'association européenne pour l'entomologie forensique (EAFE) en 2002. Ensuite, cette discipline connaitre une remarquable développement surtout par la rédaction de plusieurs livres et ouvrages qui contribuent à son évolution au même rythme de progrès techno-scientifique. (Frederickx *et al*, 2011).

En Algérie :

L'entomologie forensique en Algérie a été connue en 2010 et utilisée pour la première fois dans les investigations juridiques seulement dans le laboratoire de l'institut national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie nationale (Fekiri, 2014), Aussi bien que les recherches scientifiques académiques au niveau de Laboratoire de Biodiversité et Ecologie des Arthropodes à Chaab rsas – université Constantine 1 –.

1.5.3 L'intervalle post-mortem :

1.5.3.1. Définition :

Intervalle post-mortem ou IPM représente le temps écoulé entre la date du décès et la date de découverte du cadavre (Benecke, 2004. In Fredericke *et al*, 2012), il détermine le départ de l'enquête du crime (Charabidze, 2013). Il est bien de marquer qu'on ne peut pas trouver l'IPM en utilisant l'insecte sauf si tout méthode médico-légale n'est pas efficace.

1.5.3.2. Méthodes de calcul :

Il existe deux méthodes connues pour calculer cette valeur-là, en va les détailler ci-dessous

Méthodes d'Accumulation du Degré :

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

Méthode des Escouades

Créée par le vétérinaire Mégnin en 1894 basée sur le classement des insectes visiteurs des cadavres – dits travailleurs de la mort - en une succession de sept ou huit escouades ordonnées du premier stade de décomposition jusqu'à sa disparition (Peltier, 2021) ; L'ordre d'apparition

de ces nécrophages correspond aux odeurs et substances volatiles libérées par le cadavre.
(Charabidze, 2012)

En présentant les escouades dans le tableau suivant : (Megnin, 1894).

Tableau 1 : escouades d'insectes colonisateurs du cadavre définies par Mégnin (Dorothy,2012)(Mégnin, 1894).

1^{ère} escouade -Juste après la mort-	2^{ème} escouade -15 à 20 jours après la mort	3^{ème} escouade	4^{ème} escouade
Ils représentent des mouches du genre <i>Musca</i> et <i>Curtonevra</i> puis ils sont suivis par les <i>Calliphoridae</i> , ils sont dits Les Travailleurs de la mort.	Plus que l'odeur est forte, elles attirent des nouveaux groupes de mouches verte métallique (<i>Lucilia</i>) et gris noirâtre (<i>Sarcophaga</i>), elles arrivent quelques jours après en putrifiant sur le cadavre.	Quand les sarcophages terminent leur rôle, le 3 ^{ème} groupe des travailleurs de la mort arrive spécialement pour leur progéniture, attirés par les substances du cadavre fermenté en acide (Coléoptères – dermestes- , Lépidoptères – <i>Aglossa</i> -)	Les travailleurs sont attirés par les substances résultant de la fermentation de la protéine du corps cadavérique -Caséine- (La même procédure de fermentation du fromage), ils sont des Diptères du genre <i>Pyophila</i> .
5^{ème} escouade	6^{ème} escouade	7^{ème} escouade	8^{ème} escouade
Dans ce stade il on résulte une odeur d'ammoniac et une coloration noirâtre ce qui désigne la présence des tissus non décomposé, cela attire un autre groupe de nécrophages constitue des Diptères – <i>Tyreophora</i> , <i>Lonchea</i> - et des Coléoptères - <i>Silphidae</i> -.	Les insectes de cette escouade interviennent dans la momification du cadavre, ils sont des acariens.	Constitue des Coléoptères - <i>Attagènes</i> et <i>Anthrènes</i> - et des Lépidoptères - <i>Aglossa</i> -, ils se nourrissent des tissu sèche et donne un excrément en poudre, après décomposition des tissus rigides et des os.	Seulement deux espèces du genre <i>Tenebrio</i> qui s'intéressent à éliminer toutes les traces du cadavre et même les débris laissée par les travailleurs des escouades précédentes.

1.6. La décomposition cadavérique

Les processus de décomposition cadavérique produisent une grande variété de molécules dont la nature et les proportions respectives dépendent de l'intervalle post-mortem (IPM). Quelques minutes après la mort de l'organisme, il se produit des réactions d'autolyse, qui sont des transformations fermentaires (observées sans l'action de bactéries ou d'agents étrangers à l'organisme) (Corinne ;2012).

Ce processus attire les premiers insectes qui pondent leurs œufs dans les orifices naturels de l'organisme.

Le stade frais :

Le processus de décomposition cadavérique commence très rapidement après le décès. Il peut durer jusqu'à une semaine au maximum. Les visiteurs qui viennent coloniser le cadavre durant cette phase sont des mouches appartenant à la famille des Calliphoridae.

Le stade de gonflement :

Cette phase est probablement la plus facile à distinguer. Elle commence par l'autolyse enzymatique des cellules dont la rupture libère des fluides riches en nutriments qui peuvent initier le processus de putréfaction.

La mort d'un individu entraîne la diminution de l'oxygène, ce qui favorise l'environnement des micro-organismes anaérobies (Carter et al., 2007) qui transforment les sucres, les lipides et les protéines en acides organiques et en gaz. Ces derniers provoquent le gonflement du cadavre qui adoptera l'aspect d'un ballon étiré rempli d'air. (Gennard, 2007)

Le stade de la décomposition active (avancée) :

Vient ensuite la fermentation, qui génère des acides caséique et butyrique. À ce stade, le corps entre dans une phase dite "avancée".

La décomposition avancée est caractérisée par la présence de grandes masses larvaires de diptères dans et autour du cadavre (Goff, 2010). À la fin de cette phase, seuls la peau, les cartilages et les os subsistent. Le plus grand indicateur de ce stade est la dominance des Coléoptères, et la diminution du nombre de Diptères

Le stade de la squelettisation (dessèchement)

A ce moment, la décomposition des tissus mous se termine, il ne reste que les os et les cheveux. Certains tissus peuvent subsister aux points d'attache des ligaments et des muscles, comme le long de la colonne vertébrale ou aux articulations des os longs. Ces tissus vont se dégrader pour ne laisser que le squelette.

Matériel

Et

Methodes

2.1. Zone d'étude

Nous avons mené notre expérience dans un espace ouvert situé à proximité du laboratoire de Bio systématique et Ecologie des Arthropodes (Fig. 14), dans la wilaya de Constantine dans l'est algérien au niveau de la commune de Chabat Ersas ($36^{\circ}20'16.20''N$; $6^{\circ}37'33.32''E$) à une altitude de 571 m. Le climat de la wilaya de Constantine est méditerranéen avec des températures a fortes amplitudes, la température moyenne annuelle est de $15^{\circ}C$. La moyenne pluviométrique varie de 500mm à 700mm par an.



Fig.14. Site de Laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes - Chabat Ersas -

2.2. Matériel et expérience

2.2.1. Le Cadavre utilisé

On a utilisé comme substrat un cadavre de lapin pesant 1.5 kg (Fig. 15), obtenue au marché des animaux et nous l'avons abattue à proximité du laboratoire de Biosystèmes et Ecologie des Arthropodes, puis nous l'avons placé dans une cage montée d'un cadre métallique de 2m de côtés , et recouverte d'un grillage en fer avec de petites mailles de 1cm de diamètre (Fig. 16) afin de leur protéger d'éventuels prédateurs le 17-04-2022.



Fig.15. Mise en cage du cadavre de Lapin (Photo Originale)

2.2.2 Période de travail

Notre expérience a été effectuée au printemps précisément les derniers 15 jours du mois d'avril (du 17 au 28 avril 2022) tout au long de la décomposition d'un cadavre de lapin à l'exception des week-ends, avec quatre récoltes par jours (la première à 10:00H et la dernière à 14:00H).

Dès le premier jour du dépôt, nous avons commencé à récolter les spécimens qui viennent sur le cadavre et aux alentours. Nous avons également suivi le changement d'état du cadavre tout au long de la période de décomposition.

Nous avons également posé des pièges le soir et pendant les week-ends pour pouvoir collecter le maximum de spécimens possible.



Fig.16. La Cage utilisée pour l'étude (Photo Originale)

2.2.3. Paramètres Physiques Étudiés

Une station météorologique de type IHM (Fig. 17) installée à proximité du laboratoire nous a permis la prise quotidienne de la température et de l'hygrométrie que nous trouverons indiqués sur l'écran du moniteur tactile (Fig. 18) de la station et qui se trouve à l'intérieur du laboratoire. Les prises ont été faites chaque heure dès le premier jour de la mort du lapin jusqu'à la fin du processus de décomposition (sauf le soir et les week-ends).

Cela a pour but d'étudier l'impact de ces paramètres sur la décomposition cadavérique et l'arrivée des insectes nécrophages.

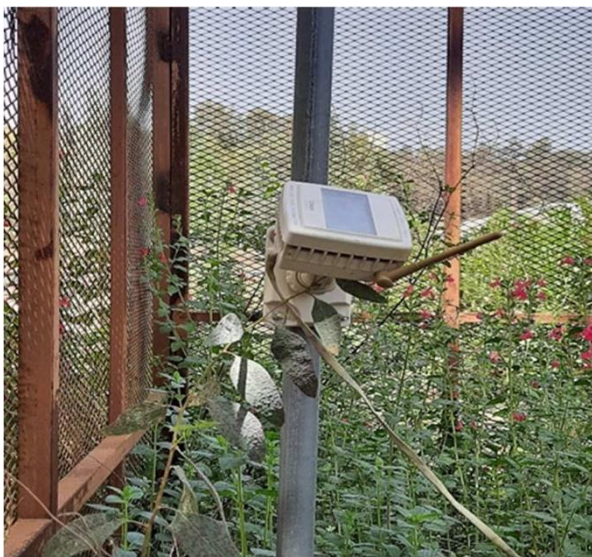


Fig.17. Station météorologique de type IHM (photos originales)



Fig.18. Moniteur tactile de la station météorologique (photo originale)

2.2.4. Méthodes d'Echantillonnage

Le but est de prélever des échantillons représentatifs d'insectes venant visiter le cadavre. Pour cela, nous avons combiné deux méthodes de chasse (directe et indirecte).

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

2.2.4.1. La méthode directe

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

Nous avons également utilisé des pinces (Fig. 21) pour attraper les insectes rampant (coléoptères) car ils sont moins mobiles.



Fig.19. Tubes en plastique



Fig.20. Boites de pétri



Fig.21. Pinces métalliques



Fig.22. Echantillonnage avec la méthode directe (Photo originale)

2.2.4.2. La méthode indirecte

Dans cette méthode, nous avons utilisé des pièges nommé “ Pièges à fosse ” ou “ Berber ” qui sont des boîtes enterrées dans le sol contenant l’eau avec de l’alcool ou l’eau savonneuse (Fig. 26 et Fig. 25), ils sont placés juste au niveau du sol (Adaptés pour la chasse des spécimens qui se déplacent sur le sol).

Pour la récolte des arthropodes, particulièrement les insectes nécrophages, nous avons conçu et adapté un piège à émergence (Fig. 27) inspiré des travaux de Wyss (1999). Ce piège est monté de bâtonnets en fer recouverts d’une tulle avec à sa base un cadre en bois permettant de le stabiliser. Il est muni de quelques trous qui permettent l’entrée des insectes volants pour récolter le maximum de spécimens le soir ou pendant les week-ends. Pour attraper les diptères à l’intérieur du piège, nous avons utilisé un insecticide pour les tuer (Fig. 24).



Fig.23. Piège à fosse (photos originales)



Fig.24. Insecticide



Fig.25. Savon Liquide



Fig.26. Alcool 75%



Fig.27. Piège à émergence (photo originale)

Après l'échantillonnage, on met les spécimens dans un congélateur (Fig. 29) pendant 10 à 30minutes pour les tuer. Ensuite, ils seront piqués avec des épingles entomologiques (Fig. 28) pour être mis dans une boîte de collection.

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

2.2.5. Identification des spécimens

L'identification indispensable à la connaissance des insectes utilisant le substrat (cadavre de lapin) est réalisée sous loupe binoculaire de type OPTTECH 1,5X (Fig. 30). Pour ce faire, nous avons utilisé des clés dichotomiques (szpila) et (Wyss et Cherix, 2006). Néanmoins, nous avons pu après plusieurs utilisations des clés, retenir les principaux critères, lesquels portent essentiellement sur la nervation alaire, la forme et la couleur du corps, la couleur des stigmates respiratoires, celle de la tête et des soies situées à son niveau.



Fig.28. Epingles entomologique (Photo Originale)

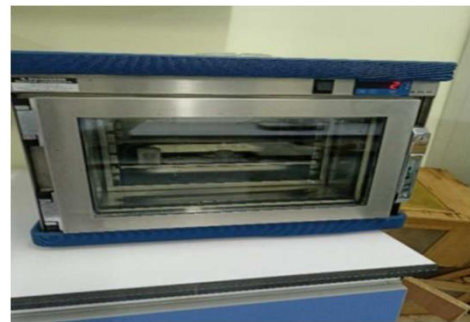


Fig.29. Congélateur (Photo Originale)



Fig.30. Loupe Binoculaire type OPTECH 1,5X (Photo Originale)

2.2.6. Exploitation des résultats

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

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

2.2.6.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

2.2.6.1.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm) :

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

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

$$S_m = \sum n_i / NR$$

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

NR : le nombre total des relevés.

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

2.2.6.1.2. L'abondance relative F (%) :

L'abondance relative est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N, toutes espèces confondues (DAJOZ, 2000). Selon Frontier (1983), l'abondance relative ($p_i = n_i/N$ ou $n_i =$ effectif de l'espèce de rang i, N= effectif total) des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné.

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

N_i : nombre d'individus d'une espèce i .

N : nombre total d'individus toutes espèces confondues.

2.2.6.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

2.2.6.2.1. Indice de diversité de Shannon-Waever et équitabilité

Selon Ramade (1984), la diversité informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon mais aussi sur la manière dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Dajet, 1979).

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

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

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

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

$$P_i = n_i / N$$

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

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

\log_2 : est le logarithme à base 2

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

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

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

S : La richesse totale

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

Résultats

Au cours de notre étude nous avons récolté des spécimens adultes sur le cadavre, à l'intérieur de la cage et aux alentours. Nous avons précisé chaque jour, la date, les conditions météorologiques et l'état du cadavre.

3.1. Arrivée des insectes selon l'état du cadavre

Au cours de notre étude, nous avons suivi les différents stades de décomposition cadavérique, nous avons également collecté le maximum d'insectes adultes qui visitaient quotidiennement le cadavre. Nous avons collecté un total de 143 spécimens appartenant essentiellement à trois ordres différents à savoir les Diptères, les Coléoptères et les Hyménoptères.

Nos investigations se sont déroulées sur une durée de 12 jours (du 17 au 28 Avril 2022).

- **Le premier jour**

Dimanche 17 avril 2022 est le jour du dépôt, le cadavre était en bon état (Fig. 31). Nous n'avons pu récolter aucun insecte.

L'après-midi, nous avons posé un piège à émergence pour attraper les insectes qui arrivent la nuit (nous avons utilisé ce piège chaque soir, durant toute la période de nos investigations).



Fig. 31. Cadavre en bon état (Photo Originale)

- **Le deuxième jour**

Lundi le 18 avril 2022 ; Ce jour-là, le corps a commencé à se gonfler (Fig. 32) et nous avons remarqué que la couleur des yeux était devenue grise et que beaucoup de mouches arrivaient.

Nous avons pu capturer de nombreuses espèces à savoir *Calliphora vicina*, *Lucilia sericata* et *Sarcophaga sp.*



Fig. 32. Stade de gonflement du cadavre (Photo Originale)

- **Le troisième jour**

Mardi le 19 avril 2022, ce jour-là, nous avons remarqué l'arrivée d'un grand nombre de Diptères, le cadavre commence à dégager de fortes odeurs, et la fourrure commence à se détacher de la peau. Nous avons remarqué l'arrivée de l'espèce *Musca domestica*.

- **Le quatrième jour**

Mercredi le 20 avril 2022, nous avons utilisé un insecticide pour attraper les mouches à l'intérieur du piège à émergence de la nuit dernière. Plusieurs diptères ont également été capturés au cours de la journée.

Nous avons remarqué l'arrivée des premiers Coléoptères appartenant aux espèces *Silpha rugosa* et *hister unicolor*.

- **Le cinquième jour**

Jeudi le 21 Avril 2022. Le temps était pluvieux avec une grande baisse de température. Aucun insecte n'a été trouvé.



Fig. 33. Cadavre mouillé (Photo Originale)

- **Le sixième et septième jour (week-end)**

Le 22 et 23 avril 2022 ; Nous avons utilisé un piège a fosse et un piège a émergence pour attraper les insectes qui viennent visiter le cadavre durant le week-end.

- **Le huitième jour**

Dimanche le 24 avril 2022 ; nous avons récolté les insectes pris dans les pièges, ces insectes appartenaient à l'ordre des Diptères et a celui des Coléoptères. Nous avons remarqué la présence de deux individus appartenant à l'espèces *Creophilus maxillosus* .

Une décomposition très nette laisse entrevoir les côtes du cadavre et une importante masse de larves à l'intérieur.



Fig. 34. Les Coléoptères dans le piège à fosse (Photo Originale)

- **Le neuvième jour**

Lundi le 25 avril 2022 ; c'est le début du stade de squelettisation (Fig. 35), nous avons remarqué l'apparition d'os dans certaines parties du corps. Le nombre d'insectes nécrophages adultes qui viennent visiter le cadavre diminue contrairement aux larves qui se manifestent par un grand nombre.



Fig.35. Décomposition avancée (Photo Originale)

- **Le dixième jour**

Mardi le 26 avril 2022 ; Le cadavre est sec (Fig. 36) et les insectes nécrophages commencent à disparaître (on a trouvé 2 coléoptères et une seule mouche).



Fig. 36. Décomposition totale du lapin (Photo Originale)

- **Le onzième et douzième jour**

Le 27 et 28 avril 2022, la décomposition cadavérique est terminée et ne reste que la peau et les os.

3.2. Relevés climatiques

Le tableau 2 représente les caractéristiques physiques du site de prélèvement à savoir la température et l'humidité qui jouent un rôle important dans la décomposition cadavérique et l'état du substrat.

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

Tableau 2 : Caractéristiques physiques du site de prélèvement et état du substrat :

DATE	T°(C)	Hygrométrie	Nombre de spécimens récoltés	Climat	Etat du cadavre
17-04-2022	19.7°C	16%	00	Ensoleillé	Bon
18-04-2022	18.6°C	16%	12	Ensoleillé	Commence à se gonfler
19-04-2022	24.0°C	17%	27	Doux	Émission d'odeurs
20-04-2022	20.8°C	17%	18	Ensoleillé	Chute de cheveux
21-04-2022	12.3°C	50%	00	Froid	Cadavre mouillé (la pluie)
24-04-2022	20.2°C	20%	60	Temps couvert	Présence de larves
25-04-2022	21.9°C	20.7%	24	Doux	Décomposé
26-04-2022	24.5°C	19%	2	Doux	Peau et os
27-04-2022	16.0°C	39%	00	Froid	Décomposition totale
28-04-2022	16.8°C	41%	00	Froid	Asséché

3.3. Inventaire des insectes nécrophages adultes récoltés

Après l'identification nous avons trouvé que la faune nécrophage récoltée appartient à onze espèces différentes appartenant à neuf familles et trois ordres à savoir celui des Diptères, des Coléoptères et des Hyménoptères

3.3.1. Les Diptères nécrophages

Nous avons pu identifier six espèces de diptères avec un total de 93 spécimens appartenant à quatre familles et cinq genres (tableau 3).

Tableau 3 : liste des diptères nécrophages

Ordre (nbr de spécimens)	Famille	Genre	Espèce
Diptères (93 spécimens)	Calliphoridae (78 sp)	<i>Lucilia</i> (48 sp)	<i>Lucilia sericata</i> (48 sp)
		<i>Calliphora</i> (30 sp)	<i>Calliphora vicina</i> (30 sp)
	Muscidae (7 sp)	<i>Musca</i> (7sp)	<i>Musca domestica</i> (7 sp)
	Sarcophagidae (5 sp)	<i>Sarcophaga</i> (5 sp)	<i>Sarcophaga carnaria</i> (3 sp)
			<i>Sarcophaga sp.</i> (2 sp)
Piophilidae (3 sp)	/	/	

L'espèce *Lucilia sericata* est la plus dominante avec 52% (48 Spécimens) du nombre total des diptères. *Sarcophaga sp.* Est l'espèce la moins représentée avec uniquement 2% (2spécimens) du total des Diptères (Fig. 37).

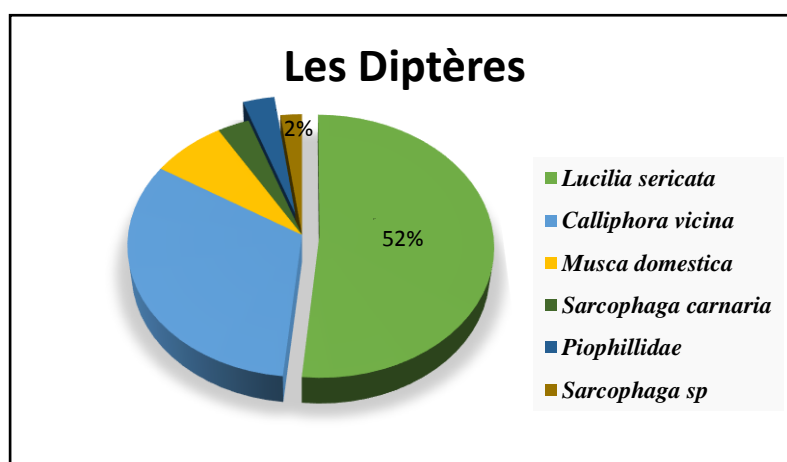


Fig. 37. Répartition du nombre de Diptères par espèce

3.3.2. Les Coléoptères nécrophages

Nous avons trouvé un total de 38 spécimens appartenant à quatre espèces, quatre différentes familles et quatre genres de Coléoptères (tableau 4).

Tableau 4 : liste des Coléoptères nécrophages

Ordre (Nombre de spécimens)	Famille (Nombre de spécimens)	Genre (Nombre de spécimens)	Espèce (Nombre de spécimens)
Coleoptera(38sp)	Sylphidae(14sp)	Silpha(14sp)	<i>Silpha rugosa</i> (14sp)
	Histeridae(14sp)	Hister(14sp)	<i>Hister unicolor</i> (14sp)
	Dermestidae(8sp)	Dermestes(8sp)	<i>Dermestes peruviatus</i> (8sp)
	Staphilinidae(2sp)	Creophilus(2sp)	<i>Creophilus maxilosus</i> (2sp)

L'espèce *Silpha rugosa* et *Hister unicolor* sont les plus dominantes avec 37% (14 spécimens chacune), et l'espèce *Creophilus maxilosus* est la moins dominante avec 5% (2 spécimens)(Fig. 38).

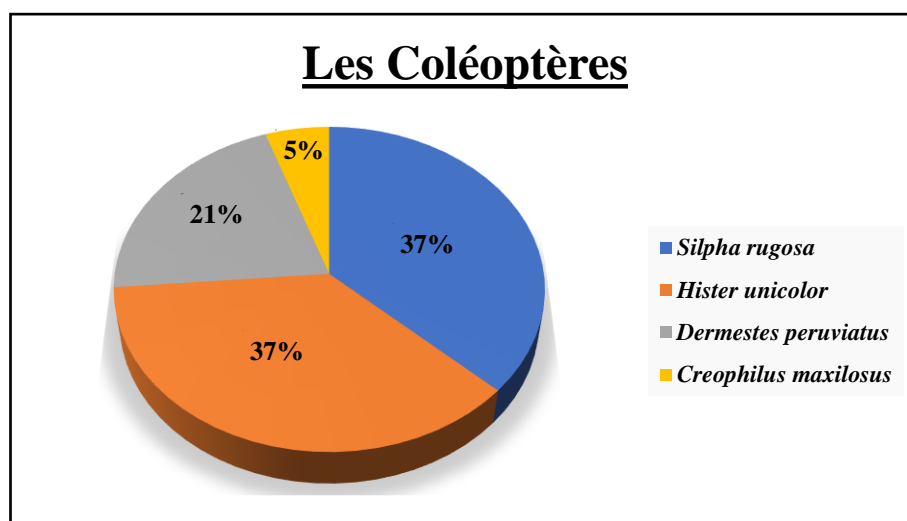


Fig. 38. Répartition du nombre de Coléoptères par espèce

3.3.3. Les Hyménoptères nécrophages

Nous avons collecté douze insectes appartenant à l'ordre des Hyménoptères et à la famille des Pteromalidae (tableau 5).

Tableau 5: liste des Hyménoptères nécrophages.

Ordre (Nombre de spécimens)	Famille (Nombre de spécimens)	Genre (Nombre de spécimens)	Espèce (Nombre de spécimens)
Hymenoptera(12sp)	Pteromalidae(12sp)	Nasonia(12sp)	<i>Nasoniasp</i> (12sp)

3.4. Dénombrement des espèces durant la période de l'échantillonnage

Le tableau 6 indique le résultat de nos investigations mettant en évidence le nombre d'espèces inventoriées ainsi que les familles auxquelles elles appartiennent durant toute la durée de nos investigations.

Tableau 6 : Dénombrement des espèces échantillonnées durant la période d'investigation

Date	Espèce	N° d'individus	Famille
17.04.2022	/	/	/
18.04.2022	<i>Calliphora vicina</i>	9	Calliphoridae
	<i>Lucilia sericata</i>	2	Calliphoridae
	<i>Sarcophaga sp.</i>	1	Sarcophagidae
19.04.2022	<i>Calliphora vicina</i>	11	Calliphoridae
	<i>Lucilia sericata</i>	13	Calliphoridae
	<i>Musca domestica</i>	2	Muscidae
	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	Sarcophagidae
20.04.2022	<i>Calliphora vicina</i>	1	Calliphoridae
	<i>Lucilia sericata</i>	12	Calliphoridae
	<i>Musca domestica</i>	1	Muscidae
	<i>Hister unicolor</i>	1	Histeridae
	<i>Silpha rugosa</i>	3	Sylphidae

21.04.2022	/	/	
24.04.2022	<i>Calliphora vicina</i>	7	Calliphoridae
	<i>Lucilia sericata</i>	21	Calliphoridae
	<i>Musca domestica</i>	2	Muscidae
	<i>Hister unicolor</i>	5	Histeridae
	<i>Silpha rugosa</i>	8	Sylphidae
	<i>Creophilus maxillosus</i>	2	Staphylinidae
	<i>Nasonia sp.</i>	8	Pteromalidae
	<i>Dermestes peruvianus</i>	4	Dermestidae
	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	Sarcophagidae
	<i>Sarcophaga sp.</i>	1	Sarcophagidae
	/	1	Piophilidae
25.04.2022	<i>Calliphora vicina</i>	2	Calliphoridae
	<i>Musca domestica</i>	2	Muscidae
	<i>Hister unicolor</i>	7	Histeridae
	<i>Silpha rugosa</i>	3	Sylphidae
	<i>Nasonia sp.</i>	4	Pteromalidae
	<i>Dermestes peruvianus</i>	3	Dermestidae
	<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	Sarcophagidae
	/	2	Piophilidae
26.04.2022	<i>Dermestes peruvianus</i>	1	Dermestidae
	<i>Hister unicolor</i>	1	Histeridae
27.04.2022	/	/	
28.04.2022	/	/	

Tableau 7 : Figures des espèces diptères récoltés (photos originales ; 2022) :

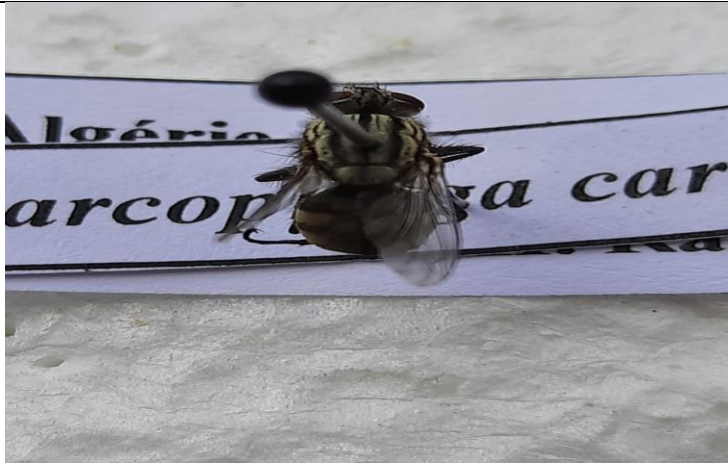

<p><i>Calliphora vicina</i></p>	<p><i>Lucilia sericata</i></p>
	
<p><i>Sarcophaga sp</i></p>	<p><i>Sarcophaga carnaria</i></p>
	
<p><i>Musca domestica</i></p>	
	

Tableau 8: Figures des espèces coleoptères récoltés (photos originales ; 2022) :




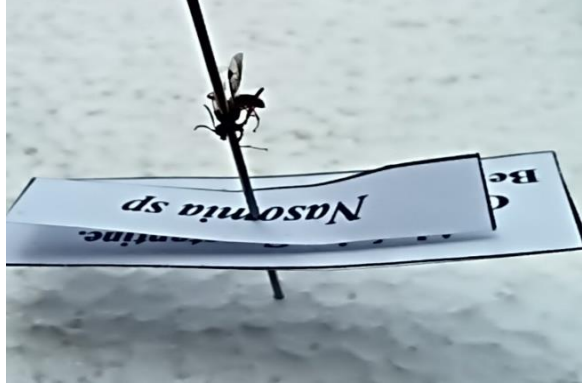
<i>Hister unicolor</i>	<i>Silpha rugosa</i>
	
<i>Creophilus maxillosus</i>	<i>Dermestes peruvianus</i>
	

Tableau 9: Figures des espèces hyménoptères récoltés (photos originales ; 2022) :

<i>Nasonia sp</i>


3.5. Indices écologiques de composition

3.5.1. La richesse totale (S)

La valeur de la richesse totale (S) est de 11 espèces ; comptant toutes les espèces de la faune d'insectes nécrophages récoltées durant toute la période de nos investigations.

La figure 39 représente les variations des richesses spécifiques selon les jours de prélèvement, qui varie de zéro à onze espèces par jour.

Le premier jour de dépôt, la richesse spécifique est égale à zéro, aucun insecte n'a été récolté. La même chose pour le 5eme et les deux derniers jours d'échantillonnage.

Nous remarquons que la richesse spécifique (S) atteint son maximum le 6^{ème} jour (24.04.2022).

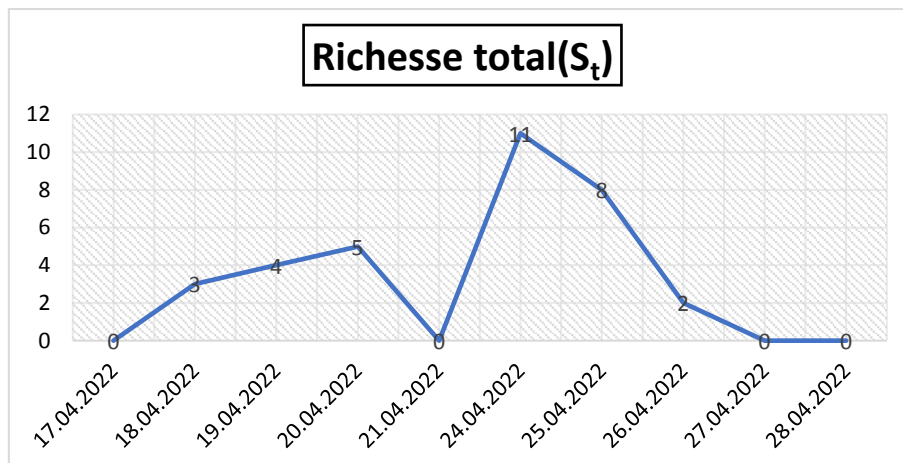


Fig. 39. Variation des richesses totales (S) durant la période d'étude

3.5.2. Abondances relatives des familles

Tableau 10 : Effectifs et fréquences centésimales des insectes récoltés

Famille	Effectifs	F%
Calliphoridae	78	55%
Muscidae	7	6%
Sarcophagidae	5	4%
Piophilidae	3	2%
Sylphidae	14	10%
Histeridae	14	10%
Dermestidae	8	6%
Staphilinidae	2	1%
Pteromalidae	12	9%
TOTAL	143	100%

La famille la plus dominante est celle des Calliphoridae avec 78 spécimens (55%) suivie par celle des Sylphidae et des Histeridae avec 14 spécimens chacune, les autres familles apparaissent avec de faibles effectifs.

Le diagramme circulaire (Fig. 40) montre que la famille la plus dominante est celle des Calliphoridae avec 55% (78 spécimens), suivie par celle des Histeridae et des Sylphidae avec 10% (14 spécimens) de la faune globale, puis celle des Pteromalidae avec 8% (12 spécimens). Les Muscidae et les Dermestidae avec 6% (8 spécimens) et les Sarcophagidae avec 4% (5 spécimens). Les autres espèces sont faiblement représentées.

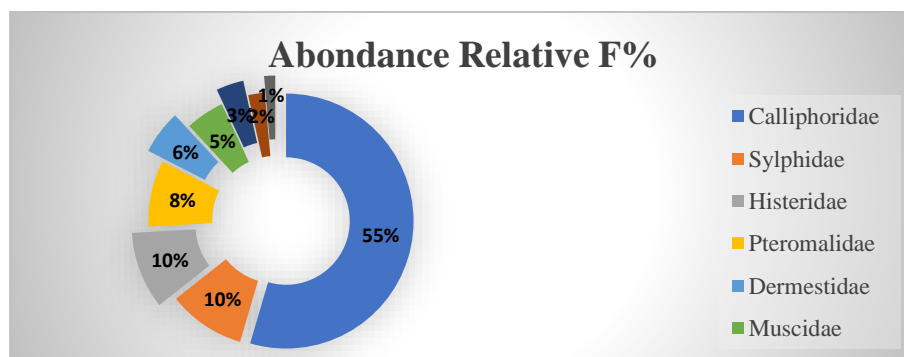


Fig. 40. Abondances relatives des familles récoltées

3.6. Indices écologiques de structure

3.6.1. Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Équitabilité:

Afin d'avoir une bonne interprétation de nos résultats, nous avons utilisé l'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver (H') exprimé en unité de bit.

Le graphique de la variation des indices de diversité spécifique H' est représenté par la figure 41 : L'allure de la courbe (bleue) en dents de scie indique une apparition et/ ou disparition d'espèces au fil des jours.

Les valeurs d'équitabilité sont présentées par le graphique rouge dans la figure, les valeurs varient entre 0,82 et zéro ; cela signifie que l'entomofaune nécrophage n'est pas en équilibre.

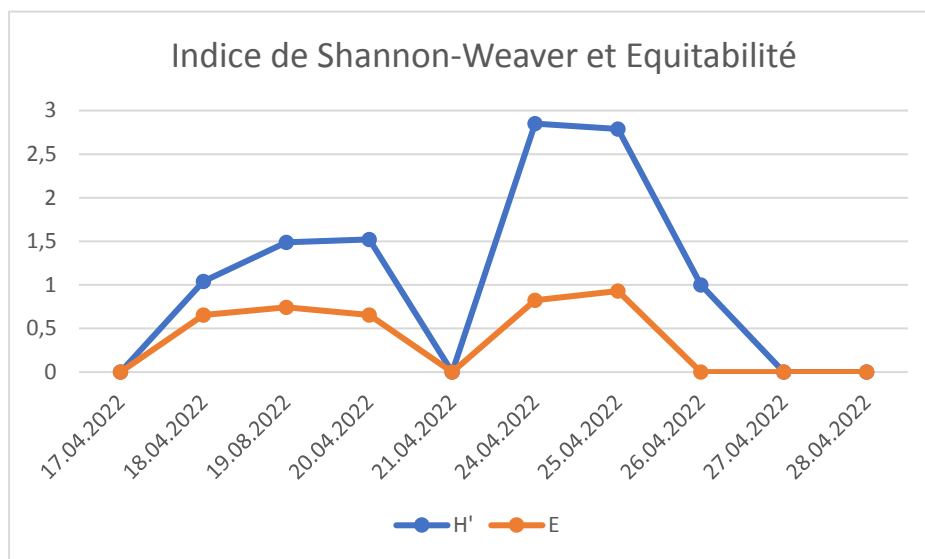


Fig. 41. Variation de l'indice de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) durant la période d'investigations

3.7. Influence des conditions physiques sur l'indice de diversité (H')

Nous avons analysé la variation de la diversité spécifique suivant la température (Fig. 42) et l'hygrométrie (Fig. 43) (Tableau) pour voir si ces conditions physiques pouvait influencer sur l'arrivée des insectes.

Nous avons remarqué que plus la température augmente, plus l'indice de diversité augmente et donc plus la faune nécrophage est diversifiée, et plus la température diminue, plus l'indice de diversité diminue se qui signifie que la faune est moins diversifiée.

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

Tableau 11 : Variation de H' selon la température et l'humidité

Date	H'	T°C	Hygrométrie(%)
17.04.2022	0	19,7	16%
18.04.2022	1,04	18,6	16%
19.08.2022	1,49	24	17%
20.04.2022	1,52	20,8	17%
21.04.2022	0	12,3	50%
24.04.2022	2,85	20,2	20%
25.04.2022	2,79	21,9	21%
26.04.2022	1	24,5	19%
27.04.2022	0	16	39%
28.04.2022	0	16,8	41%

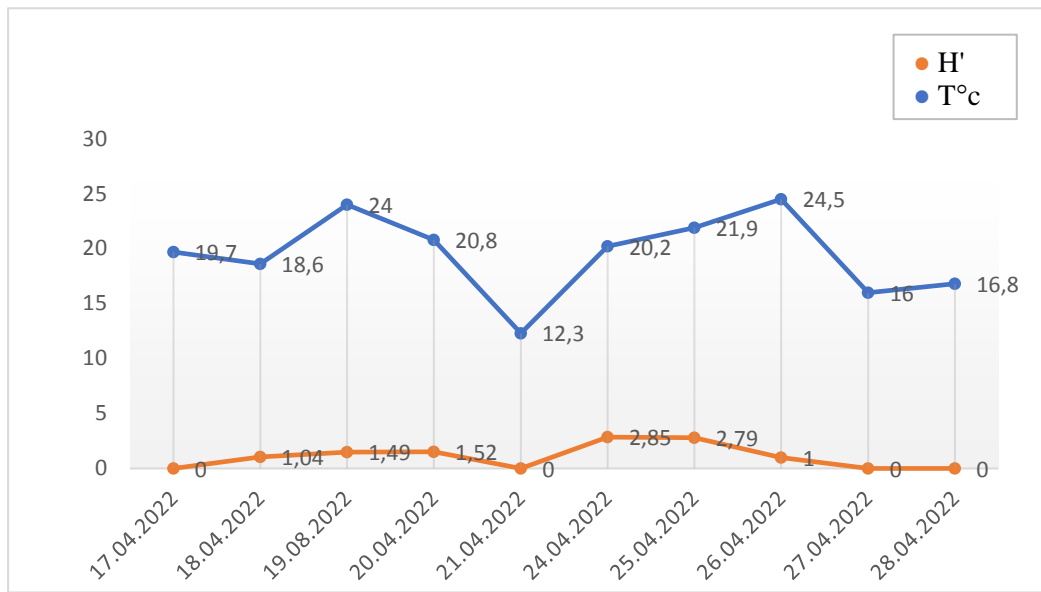


Fig. 42. Variation de la diversité au cours du temps par rapport à la température

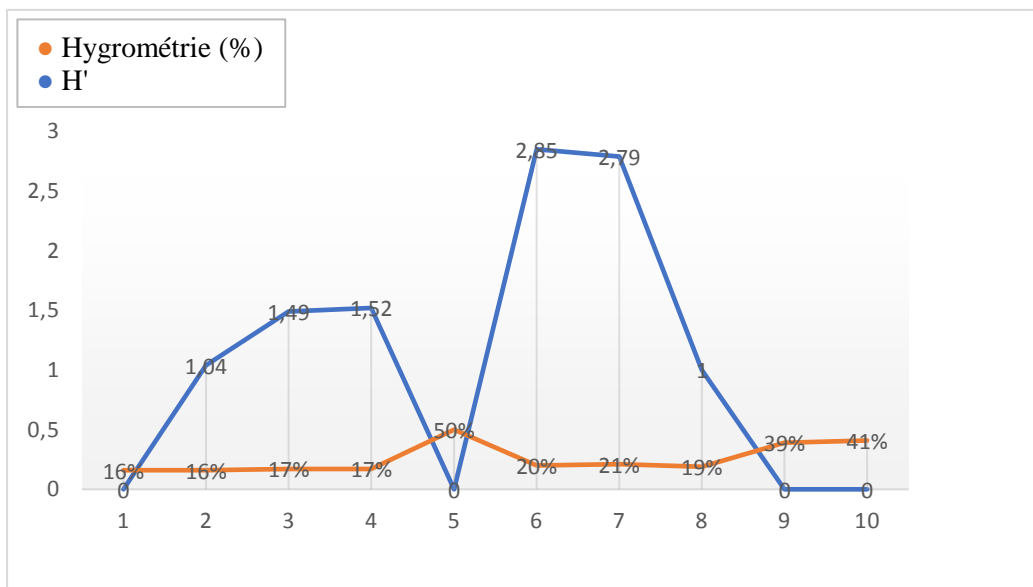


Fig. 43. Variation de la diversité au cours du temps par rapport à l'Hygrométrie

Discussion

Et Conclusion

4. Discussion et Conclusion

4.1. Discussion

Dans cette présente étude, nous avons réalisé un inventaire général des espèces prélevées sur le cadavre et aux alentours en suivant les différentes étapes de décomposition cadavérique, nous avons également étudié l'effet des facteurs climatiques à savoir la température et l'humidité sur la colonisation du cadavre.

Durant notre expérience qui a duré douze jours (17-28 avril), nous avons réussi à récolter un total de 143 spécimens. Les Diptères sont les premiers à visiter le cadavre suivis par les Coléoptères et en fin les Hyménoptères. Nos résultats se rapprochent de ceux de Benmira (2010), et Anton *et al.* (2011).

La décomposition attire certains insectes vers le corps très tôt, et d'autres beaucoup plus tard. C'est le principe d'escouades définies par Mégnin (Wyss. & Cherix, 2006b).

L'inventaire général des insectes nécrophages récoltés durant notre période d'investigation comprend un total de 143 spécimens appartenant principalement à 9 familles différentes dont quatre familles appartiennent à l'ordre des Diptères à savoir celle des Calliphoridae, des Sarcophagidae, des Piophilidae et des Muscidae), et quatre familles appartiennent à l'ordre des Coleopteres (Sylphidae, Histeridae, Dermestidae, et Staphilinidae). Une seule famille appartient à l'ordre des Hymenopteres à savoir celle des Pteromalidae.

Nous avons remarqué que notre cadavre est passé par les quatre stades de décomposition cités par Reed (1958) à savoir le stade frais, le stade de gonflement et de putréfaction, le stade de fermentation et de décomposition et enfin le stade de dessiccation et de squelettisation. Ces résultats se rapprochent de ceux de Beneck (2002), Tabor *et al.* (2004), Bouleknefet (2016), Guerroudj (2017) et Benmira (2018).

Lors du premier stade de décomposition, nous avons remarqué que *Calliphora vicina* était la première espèce à venir coloniser le cadavre, ce qui correspond aux résultats de Wyss et Cherix (2006), qui ont signalé la présence de *Calliphora vicina* dès le premier jour avec un nombre important. *Lucilia sericata* est la deuxième espèce venant visiter le cadavre et après vient l'espèce *Sarcophaga sp.* . Ces insectes sont attirés par l'odeur que dégage le corps.

Wyss et Cherix (2006) ont signalé que les Calliphoridae et les Sarcophagidae sont les premiers et principaux consommateurs des cadavres. Ils jouent un rôle important dans l'élimination des cadavres d'animaux.

Calliphora vicina et *Lucilia sericata* ont visité le cadavre durant toute la période de décomposition.

Le quatrième jour, nous avons remarqué l'arrivée des premiers Coléoptères, Ceux-ci sont attirés par les acides gras volatils dégagés lors du rancissement des graisses (Benmira, 2010). Les premières espèces appartenaient à la famille des Histeridae (*Hister unicolor*) et à celle des Sylphidae (*Silpha rugosa*). Elles sont resté présentes durant tous les stades de décomposition c'est ce que prouve Geurroudj (2017) .

Nous avons étudié l'effet du climat sur la décomposition et la succession d'insectes sur le cadavre. Différents auteurs ont mentionner que les carcasses exposées au soleil se décomposent plus rapidement que celles placées à l'ombre (Shean et *al.*, 1993; Joy et *al.*, 2006) in (Benmira.2018)

Ce que nous avons remarqué durant notre expérience, c'est que lorsque la température s'est élevée le troisième jour (24°C), nous avons enregistré le plus grand nombre de spécimens récoltés. Et quand la température a diminué le cinquième jour (12°C) aucune espèce n'a visité le cadavre. Et donc on constate que la température joue un rôle très important dans la colonisation du cadavre, plus elle augmente, plus le nombre de spécimens augmente et plus elle diminue, plus le nombre de spécimens récoltés diminue.

L'arrivée des insectes nécrophages et leur activité dépend aussi des quatre saisons de l'année (Anderson, 2010) in (Benmira.2018). Benmira (2018) a montré que concernant les Diptères, les mouches vertes (*Lucilia*) étaient plus actives et plus dominantes dans la période chaude (printemps-été), contrairement aux mouches bleues (*Calliphora*) qui sont plus dominantes et actives dans la période froide (automne-hiver). Notre période d'investigation s'est déroulée au printemps ce qui explique le nombre des *Lucilia* qui est plus élevé que celui des *Calliphora*.

Les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la colonisation du cadavre par les insectes nécrophages. Plus la température augmente, plus l'indice de Shannon Weaver

augment, et donc plus la faune est diversifiée, ce qui accélère le processus de décomposition du corps. Ainsi, les travaux de Wyss (2004) révèlent clairement que la diversité des Diptères nécrotiques varie selon les saisons.

L'indice de diversité Shannon Weaver varie d'un jour à l'autre. Nous avons remarqué que H' est de 2,85 bits le cinquième jour ce qui signifie que la faune est diversifiée et explique la colonisation du substrat par plusieurs espèces.

4.2. Conclusion et perspectives

L'étude qu'on a fait sur le cadavre du lapin nous a mené à confirmer que les insectes nécrophages sont les premiers responsables de la dégradation de la matière morte.

Le cadavre est colonisé pour la première fois par les diptères de l'espèce *Calliphora vicina*, en suit les autres mouches, les coléoptères et les hyménoptères.

L'apparition des insectes et la décomposition sont influencées par les conditions climatiques (Température et hygrométrie) ; quand la température augmente, le nombre d'insectes augmente, et quand la température baisse, le nombre d'insectes diminue.

La comparaison des résultats de différentes études montre que les insectes ne sont pas les seuls influenceurs sur la décomposition cadavérique ; le lieu de travail, le climat, le substrat, la faune microscopique et la saison sont aussi des facteurs agissant sur le processus.

Au demeurant, notre modeste contribution constitue un début pour l'évolution de l'entomologie forensique en Algérie. Il conviendrait de poursuivre les investigations en réalisant des expertises entomologiques pendant les différentes saisons de l'année. Ainsi, des conditions climatiques différentes mais également des substrats différents, pourraient nous amener à mieux connaître les insectes nécrophages, leurs préférences et leurs périodes d'activité.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Anton E. Niedergger S. & Beutelr G.,** 2011 – Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in thuringia and their forensic implications. *Medical and veterinary Entomology*, 4:353-64.
2. **Aubernon. C, Hédouin. V, Charabidzé. D.,** 2017. Les larves de diptères nécrophages en entomologie médico-légale : une histoire de température. *Médecine/Sciences.* (33) : 779-783pp.
3. **Benmira S. E.,** 2010. - Contribution à l'étude systématique des insectes nécrophages d'intérêt médico-légal, Mémoire de Master Université de Constantine, 39p.
4. **Benmira S. E. B., Guerroudj F. Z., Berchi. S, Aouati A.,** 2017. – Seasonal study of scavenger wildlife of forensic interest in Constantine (Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2): 1251-1256.
5. **Benmira S. E.,** 2018. Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légale sur cadavre animal et activité saisonnale des Diptères Calliphoridae. Thèse de doctorat. Université mentouri – constantine1-.146P.
6. **Blondel J.,** 1979. - Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
7. **Boulkenafet F., Berchi S. & Lambiase S.,** 2015. - Preliminary study of necrophagous Diptera succession on a dog carrion in Skikda, north-east of Algeria. *Journal of entomology and zoology studies*, 3(5): 364-369.
8. **Bouleknefet. F.,** 2016. - Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires. Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri - Constantine1- Faculté des sciences de la nature et de la vie Département de Biologie Animale. 1-144p.
9. **Charabidze D., Morvan G., Dupont D., Gosset D. & Bourel B.,** 2008. - Forenseek : un programme de simulation du développement des insectes nécrophages dédié à l'entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, 44: 385-392
10. **Charabidze. D, Veremme. A, Morvan. G, Hedouin. V, Gosset. D.,** 2010. - Modélisation de la température rectale post-mortem en environnement thermique variable. *Post mortem rectal temperature modelisation in fluctuating thermal environment.* La revue de médecine légale. (1): 61-65 pp.

11. **Charabidze D.**, 2012. - La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, **48**(3-4): 239-252pp.
12. **Charabidze D., Hedouins V. & Gosset D.**, 2012. - Que font les mouches en hiver ? Etude des variations hebdomadaires et saisonnières des populations d'insectes nécrophages. *La revue de médecine légale*, 3: 120-126pp.
13. **Christine, F. Jessica, D. François, J,V. Eric, H.** 2011. - L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. 63 (4). *Faunistic Entomology*. 237-249pp.
14. **Corinne. C, Raphaël. D, Nathalie. D.**, 2012. TOXICOLOGIE MEDICO-LEGALE QUESTIONSOUVERTES. Vers une meilleure caractérisation des étapes de décomposition cadavérique. CHU de liège. 2p.
15. **Daget J.**, 1976. - Les méthodes mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, 172p.
16. **Dajoz R.**, 2000. - Précis d'écologie. 7ème Ed. Dunod, Paris, 443p.
17. **Debbie. H.**, 2021. Internal anatomy of an insect. ThoughtCo. [Thought.com/Internal-anatomy-of-an-insect-1968483](https://www.thoughtco.com/Internal-anatomy-of-an-insect-1968483).
18. **Dekeirscheter. J, Verheggen. F. J, Frederickx. C, Marlet. C, Lognay. G, Haubruge. E.**, 2012. - Comment les insectes communiquent-ils au sein de l'"écosystème-cadavre"? L'écologie chimique des insectes nécrophages et nécrophiles. *Faunistic Entomology*. 65: 3-13 pp.
19. **Didier. D, Georges. W.**, 1992. - Eléments de morphologie descriptive de l'exo- et de l'endosquelette des Cryptobiina afrotropicaux (Coleoptera, Staphylinidae, Paederinae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles. Belgique*. 62: 6-30pp.
20. **Dorothy, G.** 2012. *Forensic Entomology: An Introduction*. 2^{ème} ed. John Wiley & Sons. United Kingdom. 121-138 pp.
21. **Grégoire. A. T, Giroux. M.**, 2021. Étude de la diversité des insectes nécrophages associés à la décomposition d'une carcasse de porc (*Sus domesticus* Erxleben) au cours de l'hiver 2012-2013 au Québec. *Le Naturaliste canadien*. 145 (1): 24-34.
22. **Guerroudj. F. Z.**, 2017. Prospection entomologique et bio-écologie des insectes nécrophages sur deux substrats mammifères – importance médico-légale des Coléoptères (Insecta: Coleoptera). Thèse doctorat. Faculté de science de la nature et de la vie. Département de biologie animale. Université Mentouri – constantine1- .150p.

23. **Guerroudj. F. Z, Berchi. S, Aouati. A, Benmira S. E.,** 2017. Decomposition and succession of coleoptera on two dog corpses in Constantine, northeastern Algeria. Constantine. Algérie. 1333-1339.
24. **Guerroudj. F. Z, Berchi. S.,** 2019. Composition of the Necrophagous Fauna on a Rabbit Corpse in Constantine, Northeastern Algeria. 1083-1088.
25. **Hans. J.,** 2005. Forest entomology in east africa , Forest insect of tanzania. Springer.
26. **Hauchet. J.B.,** 2014. L'archéontomologie funéraire . In D, Charabidze. M, Grosselin. Insectes, cadavres, et scène de crime; *principes et application de l'entomologie légale*. 1^{ère} éd. Paris. 262p (209-232pp).
27. **Jasson. H, James. L.,** 2000 . FORENSIC ENTOMOLOGY The Utility of Arthropods in Legal Investigations. United States.
28. **Marniche. F, Boughelit. N, Yahia. N, Milla. A, Ameer. M, Sarri. M, Toudart. L, FerhatI. G, Laloui. F, Medkour. M.,** 2019. Necrophagous Beetles Associated with Different Animal Corpses in Various Algerian Localities. 35: 81-93pp.
29. **Megnin P., 1894.** La faune des cadavres, *Application de l'entomologie à la médecine légale*. 1^{ère} éd. Gauthier-Villars et fils. Encyclopédie scientifique des aides Mémoire. Paris . 24-94pp.
30. **Meskaldji.Y, Abed. R.,** 2018. Contribution à l'étude des insectes nécrophages d'intérêt médico-légal dans la région de Constantine. Mémoire de Master. Faculté de science de la nature et de la vie. Département de biologie animale. Université des frères Mentouri - Constantine- .92P.
31. **Nicola. J. S.,** 1976. Atlas of insect brain. Springer-Verlag. 1er ed. Heidelberg. 216p.
32. **Ramade F., 1984.** - Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. Éd. McGraw. Hill. Paris. 397p.
33. **Régis. P.,** 2000. - Application de l'entomologie à la médecine légale Estimation d'un délai post-mortem. Revue de L'association Roussillonnaise d'entomologie. France . IX (2): 64-68pp.
34. **Rolf. G., Frank. F., Si-Qin. G., Xing-Ke. Y.,** 2014. Insect morphology and phylogeny. A book of students of entomology. 1er ed. Gruyter book, Berlin. 533pp.
35. **Snodgrass. R. E.,** 1993. Principles of insect morphology. Comstock book. 496p.
36. **Tabor K.L, Brewster C.C, Fell R.D.,** 2004 - Analysis of the successional patterns of insects on carrion in Southwest Virginia. Journal of Medical Entomology. 41:785- 795.
37. **Taylor, M.,** 2020. The pocketbook of insect anatomy. 1^{ère} éd. Bloomsbury. London. 150p.

38. **Timothy. J, Christian. O.**, 2020. Insect collection and identification ;techniques for the filed and laboratory. 2^{ème} éd. Academic press.
39. **Wyss C. et Cherix D.**, 2006. - Les insectes nécrophages au service de la justice. Entomologie forensique en Suisse Romande. Lausanne. 317pp.
40. **Wyss. C, Cherix. D.**, 2006. - Traité de l'entomologie forensique: Les insectes sur la scène de crime. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 317pp.
41. **Wyss. C.**, 2004. - Entomologie forensique en Suisse. <http://www.Entomologieforensique.ch>.
42. **Zehner. R., Mosch. S., Amendt. J.**, 2006. - Estimating the post-mortem interval by determining the age of fly pupae: Are there any molecular tools. International Congress Series. Germany. 1288: 619-621pp.
43. **Jeanine.** <http://www.insectesjardin56.eklablog.com> .

RESUMES

ملخص

يعتمد علم الحشرات الشرعي على استخدام الحشرات الجثث لتقدير وقت الوفاة في سياق تحقيقات الطب الشرعي وفي بعض الحالات يسمح بتحديد ظروف الوفاة. هذه التقنية صالحة وتستخدم في القضايا الجنائية.

يعتمد هذا على دراسة تحلل الجثة والتي تشمل خمس مراحل: الجثة الطازجة، والتعفن، والتخمير و الجفاف والهيكل العظمي.

تتحكم فيه عدة عوامل مثل المناخ وحجم الجسم وما إذا كان قد تم نقله أو دفنه وكذلك وجود الحشرات يساهم في عملية التحلل وكل مرحلة تجذب أنواعًا مختلفة من الكائنات الحية.

ولكي نتعرف على حشرات الجثث في مدينة قسنطينة وضعنا جثة أرنب وزنه 1.5 كلغ في ظروف مناسبة داخل صندوق محاط بسور لحمايته من الافتراس من قبل الحيوانات الأخرى وهذا على مقربة من مختبر البيولوجيا الحيوية وإيكولوجيا المفصليا -جامعة الاخوة منتوري-، وبداية من تلك اللحظة، أخذنا عينات يومية للعثور على أنواع الحشرات الزائرة للجثة

بعد تحديد هته الأنواع, أصبح من الواضح لنا أن اغلبية الحشرات الموجودة كانت بشكل رئيسي من الجنسين الأساسيين للحيوانات الناخرة، وهما Diptera و Coleoptera

باجمالي يعادل مئة و ثلاثة و أربعين عينة و عشرة أنواع تنتمي إلى العائلات التالية :

Sylphidae و Calliphoridae Muscidae Sarcophagidae Piophilidae
Histeridae Dermestidae Staphilinidae و Diptera و Coleoptera على التوالي

-كما استنتجنا أن العوامل المناخية مثل درجة الحرارة والرطوبة لها دور في عدد الحشرات التي تزور الجسم.

Abstract :

-Forensic entomology relies on the use of scavengers to estimate time of death in the context of forensic investigations and in some cases allows the determination of the circumstances of death. This technique is valid and used in criminal cases.

-This is based on the study of cadaver decomposition which includes five stages: fresh cadaver, putrefaction, fermentation, dehydration, and skeletal.

It is controlled by several factors such as climate, body size, whether it has been moved or buried, the presence of insects contributes to the decomposition process and each stage attracts different types of organisms.

In order to identify the garbage insects in the city of Constantine, we placed the carcass of a rabbit whose weight was in suitable conditions inside a box surrounded by a fence to protect it from predation by other animals. It is located at the University of Monterey Brothers near the Laboratory of Biology and Arthropods

From that moment on, we took daily samples to find the mature species of carcasses on the body and the environment in which they were found.

After the identification of the species After the identification of these species, it became clear to us that the existing genera of insects were mainly of the two primary sexes of grunt animals, namely, Diptera and Coleoptera.

Out of a total of 143 samples. The number of selected species is 9.

This species belongs to the families Calliphoridae Muscidae Sarcophagidae Piophilidae and Sylphidae Histeridae Dermestidae Staphilinidae of Diptera and Coleoptera respectively .

-We also concluded that climatic factors such as temperature and humidity have a role in the number of insects that visit

Résumé :

L'entomologie médico-légale repose sur l'utilisation des insectes nécrophages pour estimer le moment de la mort dans le cadre d'enquêtes judiciaires et permet dans certains cas de déterminer les circonstances du décès. Cette technique est valable et utilisée dans les affaires criminelles.

Celle-ci est basée sur l'étude de la décomposition du cadavre, qui comprend cinq stades : cadavre frais, putréfaction, fermentation, déshydratation et squelette.

Il est contrôlé par plusieurs facteurs tels que le climat, la taille du corps et s'il a été déplacé ou enterré, ainsi que la présence d'insectes contribue au processus de décomposition et chaque étape attire différents types d'organismes vivants.

Pour mieux connaître les insectes nécrophages dans la région de Constantine, nous avons placé un cadavre de lapin dans des conditions appropriées à l'intérieur d'une cage entourée grillage pour le protéger des prédateurs éventuels. Et c'est à l'Université Frères Mentouri à côté du laboratoire de Biosystematique et Ecologie des Arthropodes.

A partir de ce moment, nous avons procédé à des prélèvements quotidiens des insectes adultes nécrophages présents sur le cadavre et aux alentours.

Après identification, nous avons trouvé que les insectes récoltés appartenait principalement a trois ordres différents à savoir celui des Diptères, celui des Coléoptères et celui des Hyménoptères.

Nous avons réussi à récolter un total de 143 spécimens appartenant à 11 espèces. Ces espèces appartiennent aux familles des Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Sylphidae, Histeridae, Dermestidae, et Staphilinidae.

-Nous avons également conclu que les facteurs climatiques tels que la température et l'humidité jouent un rôle très important dans la colonisation des cadavres par les insectes nécrophages.

Inventaire de la faune nécrophage sur cadavre de lapin dans la région de Constantine

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes.

Résumé :

L'entomologie médico-légale repose sur l'utilisation des insectes nécrophages pour estimer le moment de la mort dans le cadre d'enquêtes judiciaires et permet dans certains cas de déterminer les circonstances du décès. Cette technique est valable et utilisée dans les affaires criminelles.

Celle-ci est basée sur l'étude de la décomposition du cadavre, qui comprend cinq stades: cadavre frais, putréfaction, fermentation, déshydratation et squelette.

Il est contrôlé par plusieurs facteurs tels que le climat, la taille du corps et s'il a été déplacé ou enterré, ainsi que la présence d'insectes contribue au processus de décomposition et chaque étape attire différents types d'organismes vivants.

Pour mieux connaître les insectes nécrophages dans la région de Constantine, nous avons placé un cadavre de lapin dans des conditions appropriées à l'intérieur d'une cage entourée grillage pour le protéger des prédateurs éventuels. Et c'est à l'Université Frères Mentouri à côté du laboratoire de Biosystematique et Ecologie des Arthropodes.

A partir de ce moment, nous avons procédé à des prélèvements quotidiens des insectes adultes nécrophages présents sur le cadavre et aux alentours.

Après identification, nous avons trouvé que les insectes récoltés appartenait principalement a trois ordres différents à savoir celui des Diptères, celui des Coléoptères et celui des Hyménoptères.

Nous avons réussi à récolter un total de 143 spécimens appartenant à 11 espèces. Ces espèces appartiennent aux familles des Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Sylphidae, Histeridae, Dermestidae, et Staphilinidae.

-Nous avons également conclu que les facteurs climatiques tels que la température et l'humidité jouent un rôle très important dans la colonisation des cadavres par les insectes nécrophages.

Mots-clefs : Entomologie médico-légale, Inventaire, Insectes nécrophages, Cadavre de lapin, Décomposition cadavérique.

Laboratoires de recherche :

Laboratoire de Biosystematique et Ecologie des Arthropodes.(Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Encadreur : BENMIRA Selma el batoul (MCB – Centre Universitaire Abdelhafid boussouf-Mila).

Examineur 1 : BRAHIM BOUNAB Hayatte (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : GUERROUDJ Fatima – Zohra (MCB - Université Farhat Abbes,Sétif 1)