



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option : Parasitologie

**Etude de la faune entomologique d'intérêt forensique dans
La zone de SOUMAA (Blida)**

Présenté par :

*Mlle DOUIB Manel

*Mlle LEBIG Meriem

Soutenue publiquement le 12 Septembre 2022

Devant le jury Composé de :

Mme SAIGHI H./MAA Univ.Blida 1

Présidente

Mme KARA F/Z.Pr. Univ.Blida 1

Examinatrice

Mme TAIL G. / Pr.Univ.Blida 1

Promotrice

MR. DJEDOUANI B. INCC / GN BOUCHAOUI

Co-promoteur

-Année universitaire 2021 - 2022 -

Remerciement

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrai témoigner toute ma gratitude.

**Tout d'abord je remercie Dieu tout puissant pour m'avoir donné la force, le courage et la persévérance pour mener à bien ce mémoire.*

**Je tiens à remercier profondément Mme. Tail G., Maître de conférences au département de Biologie à l'université de Blida, pour son suivi, ses orientations et ses précieux conseils, et qui a su nous faire profiter de sa grande expérience.*

**Notre travail a été effectué au niveau de l'institut national de criminologie et de criminalistique de Bouchaoui, je tiens à remercier, Monsieur le Directeur général de l'INCC-GN, pour nous avoir permis de réaliser la partie pratique de notre stage au sein de l'institut.*

**J'exprime mes vifs remerciements à Mr. Djedouani B., Laboratoire D'Entomologie, INCC, pour l'accueil qu'il ma réservée, pour son aide et ses conseils précieux et pour sa grande disponibilité*

**Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à Mr. Toumi M., Laboratoire d'Entomologie, INCC, pour l'accueil qu'il m'a réservé, ses orientations et l'aide précieuse qu'il m'a apporté durant la réalisation de ce travail*

**Je tiens à remercier tous les membres du laboratoire pour leurs aide et soutien durant mon stage pratique : Mr T.Amar, Mr S. Baset, Mr H.Mohamed Madame H.Ibtisam, Madame B.Farida .*

**J'exprime également mes remerciements à :*

*Notre président du jury Mme SAIGHI.H Maître de conférences au département de Biologie à l'Université de Blida I, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.
Mon examinatrice Mme. Kara-Toumi F.Z., Maître de conférences au département de Biologie à l'Université de Blida, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

**Je remercie ma superbe famille qui ont toujours eu confiance en moi et qui ont toujours été présents, même dans les moments les plus délicats.*

**Je remercie mes amis pour leur soutien et leurs encouragements.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail a :

A ma très chère mère **DOUIB Nawel** : Affable, honorable et aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de la tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mon très cher père **DOUIB Reda** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai pour toi Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère sœur : **Chahrazed**

A mes frères :**Rafik** et **yaniss**

A mes cousins :**Naim** et **Lotfi**

A ma meilleure amie **Narimene** pour son aide précieux

A tous ce qui ont contribué de près ou de loin a la réalisation de ce travail.

Manel

Dédicace

Au nom d'ALLAH le clément et le miséricordieux salut et paix sur le fidèle message d'Allah

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, **Mohamed** et **Attouche Souhila**.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables, bien que je ne vous en acquitterez jamais assez, que dieu vos procure bonne santé et longue vie.

A mon cher et adorable frère : **Abdelhak**.

A mes très chers sœurs : **Khadidja** et **Hafsa**.

A mes chers Neveux : **Anis** et **Adem**

Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A toute mes amies j'oublierai a jamais votre aide et je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Meriem

LISTE DES FIGURES

Figure01 : Relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre (adapté de Arnaldos et al, 2005)	8
Figure 02 : Cycle biologique d'un diptère (Huchet, 2017)	11
Figure 03 : Possibilité de datation d'un cadavre (IPM) en médecine légale et en entomologie forensique (Wyss et Cherix, 2006)	13
Figure04 : Le site expérimental	18
Figure 05 : Image satellitaire de la ville d'étude (SOUMAA)	18
Figure06 : Photo de l'Institut national de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale	19
Figure 07 : A : lapin albinos et B : viande de bœuf congelée	20
Figure 08 :Fabrication et installation de la cage métallique	21
Figure 09 :Egorgement du lapin sur le site	21
Figure 10 :Piège barber pour les insectes marcheurs.....	22
Figure 11 :filet fauchoir	22
Figure 12 : Les cônes et la boîte de collection du piège attractif	22
Figure 13 : Piège utilisé pour les récoltes d'insectes volants	23
Figure 14 : Les étapes suivies pour la conservation des prélèvements entomologiques	24
Figure 15 :Prélèvement des larves	24
Figure 16 :Conservation des insectes capturés sur terrain.....	25
Figure 17 : Mise en élevage des larves vivantes	26

Figure 18: Boite de collecte	27
Figure 19: Epinglage d'un diptère	27
Figure 20: Etiquetage des insectes	28
Figure 21: Processus de décomposition des cadavres (original)	32
Figure 22: Critères d'identification de <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826).....	34
Figure 23: <i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826) (Diptera : <i>Calliphoridae</i>).....	36
Figure 24: Graphique représentant les changements de température et d'humidité en fonction des jours	36
Figure 25: Histogramme représentant l'état de décomposition des cadavres	44
Figure 26: Abondance relative des diptères sur la totalité de l'expérience	45
Figure 27: Répartition des spécimens nécrophage en fonction de la décomposition des cadavres durant l'expérimentation	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Tableau comparatif des stades de décomposition des deux cadavres	31
Tableau02 : Les facteurs météorologiques influençant la décomposition des cadavres	33
Tableau03 : Inventaire de la faune cadavérique capturé	35
Tableau 04 : Les quatre famille de l'ordre diptère capturé sur les cadavres des deux lapins durant le stade frais	37
Tableau 05 : Différents espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade frais	38
Tableau 06 : Différentes familles d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant l'état de gonflement	39
Tableau 07 : Différentes espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant l'état de gonflement	40
Tableau 08 : Différentes familles d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade de décomposition active	41
Tableau 09 : Différentes espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade de décomposition active	42
Tableau 10 : Différentes familles d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade de décomposition avancée et squelettique	43
Tableau 11 : Différentes espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade de décomposition avancée et squelettique	44
Tableau 12 : Résultats du calcul de l'IPM	46
Tableau 13 : Estimation de la date de la ponte pour <i>Lucilia sericata</i>	7
Tableau 14 : Estimation de la date de la ponte pour <i>Phormia régina</i>	48

LISTE D'ABREVIATIONS

INCC/GN: Institut national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie nationale.

IPM : Intervalle post-mortem.

IPM min : Intervalle post-mortem minimum.

IPM max : intervalle post-mortem maximum.

PAI : période d'activité d'insectes.

ADJ : Accumulation des degrés jours

ADD (anglais): Accumulated degree days.

ADH : accumulation degrés heures.

T°: température.

al: et ces collaborateurs

ENT/FFC : laboratoire d'entomologie / faune et flore cadavérique

ALGERAC : l'organisme d'accréditation Algérien

ANAB : l'organisme d'accréditation Américain.

Résumé

La médecine légale en Algérie a pris un nouvel élan grâce aux travaux de l'entomologie forensique par l'utilisation des insectes nécrophages qui peuvent fournir des informations utiles sur le temps, le lieu et la cause d'un décès. Le présent travail vise dans un premier temps à effectuer une étude entomologique de la faune cadavérique associée au processus de décomposition de deux cadavres de lapins déposés dans un site semi urbain dans la région de SOUMAA Blida, durant la période allant de la mi-mai à la fin mai 2022 et de tester dans un second temps la fiabilité de l'utilisation des insectes pour l'estimation de l'intervalle post mortem(IPM).

L'élevage des larves et l'identification insectes ont été effectuée au niveau de laboratoire d'entomologie du département de médecine légale de l'institut national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie nationale (INCC /GN) Bouchaoui-Alger.

Courant notre expérimentation, nous avons capturé 523 spécimens appartenant à quatre familles de l'ordre des Diptères et sept familles de l'ordre des Coléoptères.

Les résultats obtenus montrent que les diptères de la famille des *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae* et *Phoridae* sont les plus importants en entomologie forensique, car ils sont les premiers colonisateurs, avec prédominance de l'espèce *Lucilia ampullacea* avec 139 individus suivit par et *Lucilia sericata* avec 61 individus (Calliphoridae).

L'intervalle post mortem a été calculé en utilisant la température seuil de l'espèce *Lucilia sericata* : 9°C et *Phormia regina* : 11.4°C a révélé la date exacte de la mort.

Mots clés : Entomologie forensique, Insectes nécrophages, Calliphoridae, Intervalle post mortem(IPM), Soumaa

Abstract

Forensic medicine in Algeria has gained new impetus thanks to the work of forensic entomology through the use of necrophagous insects that can provide useful information on time, place and cause of death.

The present work focused on entomological study of the cadaveric fauna associated with decomposition process of two dead rabbits deposited in a semi-urban site in SOUMAA Blida region, during the period from mid-May to the end of May 2022; but also to test the reliability of the use of insects for the estimation of the post-mortem interval (PMI).

Larval rearing and species identification were carried out at the Entomology Laboratory of the Department of Forensic Medicine of the National Institute of forensic science and criminology of the national gendarmerie (INCC/GN) Bouchaoui-Algiers. The results obtained show that the dipteran flies of the family of Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae and Piophilidae are the most important in forensic entomology, with predominance of the species *Lucilia ampullacea* 139 and *Lucilia sericata* 61 (Calliphoridae).

The post-mortem interval was calculated by using the temperature threshold of the species *Lucilia sericata* (9C°) and *Phormia regina* (11.4C°) revealed the exact date of death.

Keywords: Forensic entomology, necrophagous insects, Calliphoridae, Post mortem interval (IPM), Soumaa.

ملخص

الطب الشرعي في الجزائر اخذ منحى جديد بفضل استعمال الحشرات الجنائية التي تمكننا من معرفة الوقت، المكان وسبب الوفاة هذا العمل يهدف بالدرجة الأولى لإجراء دراسة الحشرات الجنائية لعملية تحلل أرنيين ميئين في موقع شبه حضري موثوقية استعمال هذه بمنطقة الصومعة ولاية البليدة في الفترة الممتدة من منتصف إلى نهاية شهر ماي 2022 وأيضاً لتأكيد الحشرات الجنائية في تقدير زمن الوفاة.

في هذه الدراسة تم القبض على 523 حشرة على مستوى المعهد الوطني لعلم الإجرام والجريمة التابع لدرك الوطني بولاية الجزائر ببوشاوي الحشرات الجنائية ثنائية الأجنحة التي تنتمي لعائلة

Calliphoridae ,Sarcophagidae , Muscidae ,Piophilidae

Lucilia sericata و *Phormia regina*

هي الأهم في علم الحشرات و أعطى تقدير ما بعد الوفاة

تقديراً قريباً من تاريخ الوفاة

الكلمات المفتاحية : علم الحشرات علم الحشرات الجنائية - حشرات آكلة الجيفة -فترة ما بعد الوفاة

Calliphoridae-الصومعة

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

INTRODUCTION	1
Chapitre 1 : Données bibliographique	3
1-Généralités sur l'entomologie.....	4
1-1 Définition.....	4
1-2 Les différentes branches de l'entomologie.....	4
1-2-1 L'entomologie économique.....	4
1-2-2 L'ethnoentomologie.....	4
1-2-3 L'archéentomologie et paléo-entomologie.....	4
1-2-4 L'entomologie moléculaire.....	4
1-2-5 L'entomologie médicale.....	5
1-2-6 L'entomotoxicologie.....	5
2-L'entomologie forensique.....	5
2-1 Définition.....	5
2-1-1 L'entomologie urbaine.....	6
2-1-2 L'entomologie des denrées stockées.....	6
2-2 Historique.....	6
3-Les insectes associés aux cadavres.....	7
3-1 Les espèces nécrophages.....	7
3-2 Les espèces nécrophiles.....	7
3-3 Les espèces omnivore.....	7
3-4 Les espèces opportunistes.....	7
4-L'entomofaune cadavérique.....	8
4-1 La vie autour d'un cadavre.....	8

4-2	Décomposition d'un cadavre à l'air libre.....	8
4-2-1	Le stade initial.....	9
4-2-2	Le stade de gonflement.....	9
4-2-3	Le stade de décomposition active.....	9
4-2-4	Le stade de décomposition avancée.....	9
5-	Les familles d'insectes nécrophages d'intérêt médico-légal.....	9
5-1	Les Diptères.....	10
5-2	Les Coléoptères.....	10
5-3	Cycle de développement des diptères nécrophages.....	10
6-	L'influence de la température sur le cycle de développement des insectes nécrophages...	11
7-	Intérêt de l'étude des insectes nécrophages dans l'entomologie forensique.....	12
8-	Enfants et personnes âgées maltraitées.....	12
9-	Datation de la mort par les méthodes entomologiques.....	13
9-1	L'intervalle post mortem (IPM).....	13
9-1-1	IPM court.....	13
9-1-2	IPM long.....	14
10-	Les facteurs limitant pour le calcul de l'IPM.....	14
10-1	Température.....	14
10-2	Hygrométrie.....	14
10-3	Vent.....	15
10-4	Lumière.....	15
11-	Notions d'escouades.....	15
11-1	La première escouade.....	15
11-2	La deuxième escouade.....	15
11-3	La troisième escouade.....	15
11-4	La quatrième escouade.....	15
11-5	La cinquième escouade.....	16
11-6	La sixième escouade.....	16
11-7	La septième escouade.....	16
11-8	La huitième escouade.....	16
Chapitre 2 : Matériels et méthodes		17
1-	Présentation du site expérimental et du site de stage.....	18
1-1	La présentation du site expérimental.....	18
1-2	La présentation du lieu de stage.....	19

1-3 Conditions climatiques.....	20
2–Matériels	20
2-1 Matériel biologique.....	20
2-2 Matériel non biologique.....	20
3-Méthodes.....	21
3-1 Protocole suivi sur terrain.....	21
3.1.1 Installation du dispositif expérimental	21
3.1.2. Collecte des insectes adultes	22
3.1.3 Enregistrement des données et collecte des échantillons	23
3-2 Protocole suivi au laboratoire.....	25
3.2.1 Elevage des larves	25
3.2.2 Identification des insectes adultes vivants	26
3.2.3 Epinglage	27
3.2.4 Etiquetage.....	28
3.2.5 Estimation de l'intervalle post mortem.....	28
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....	29
1–Résultats	30
2–Inventaire et identification des espèces capturées.....	35
3 –Calcul des intervalles post-mortem IPM	46
4–Discussion générale.....	49
Conclusion	52
Références bibliographiques.....	56
Annexes	61

Introduction

Introduction

Une enquête sur une découverte d'un cadavre nécessite la collaboration entre les intervenants sur la scène tel que l'officier de la police judiciaire (l'enquêteur), le technicien de la scène de crime ainsi que les experts de différentes disciplines tel que : le médecin légiste, le pathologiste, l'anthropologue, l'odontologue et l'entomologiste. Ces experts de première ligne jouent un rôle primordial dans chaque enquête sur un décès. Selon les lois algériennes (le code de procédures pénales, la loi de la santé), le médecin légiste à l'autorité légale de prendre en charge le cadavre sur les lieux d'un décès (la levée de corps), ainsi il est chargé, par les moyens disponibles, de déterminer l'identité biologique du cadavre et aussi de déterminer les circonstances de la mort (comment, quand et pourquoi) et ensuite de délivrer l'acte de décès (L.Matrilie et *al*, 2019).

L'entomologiste peut apporter une aide précieuse dans les cas où les signes thanatologiques (médico-légaux) ne sont plus persistant sur le cadavre, généralement après 72 heures après la mort et c'est le cas d'un cadavre purifié ou d'un squelette, leur rôle principal est d'identifier les insectes trouvés sur le cadavre ou sur la scène puis d'analyser et d'interpréter les données entomologiques pour aider à la détermination du moment, de la cause, de la manière et du lieu de la mort faisant l'objet de l'enquête(Campabsso, 2001).

L'entomologie forensique est l'application des insectes et d'autres arthropodes dans les enquêtes criminelles. On trouve ces insectes ou ces arthropodes sur un cadavre dès les premières heures jusqu'à un état avancé de sa décomposition (squelette). Ces insectes colonisateurs peuvent être utilisés pour estimer l'intervalle post-mortem (IPM) c'est-à-dire l'intervalle entre le décès et la découverte du cadavre, le déplacement du cadavre, la manière et la cause du décès et par fois les circonstances de l'enterrement (Catts Goff ML, 1992).Donc l'entomologie forensique aura pour but de « faire parler » les insectes présents sur un cadavre (Amendt et *al*, 2004).

En Algérie comme partout dans le monde, plusieurs études ont été faites pour étudier la faune cadavérique, car chaque région a sa propre faune et c'est lié aux conditions environnementales et climatiques de la région.

Notre travail consiste donc, dans un premier temps, à étudier la faune entomologique nécrophage associée au processus de décomposition de deux cadavres de lapins déposés dans la région de SOUMAA-BLIDA. Dans un second temps, d'identifier les paramètres et les conditions influençant la diversité de la faune cadavérique et finalement de tester la fiabilité de l'utilisation des insectes pour l'estimation de l'intervalle post mortem (IPM).

*Données
bibliographiques*

1. Généralités sur l'entomologie

1.1. Définition

L'entomologie est une discipline qui s'intéresse à l'étude des insectes, le groupe d'animaux le plus important sur terre. Soit environ un million d'espèces connues dotées chacune de spécificités comportementales, physiologiques ; génétiques ou écologiques. Certains insectes jouent un rôle très important dans le recyclage de la matière organique, notamment les cadavres et les excréments (Wyss et Cherix, 2006).

1.2. Les différentes branches de l'entomologie

Il existe plusieurs branches de l'entomologie appliquées dans plusieurs domaines. On y rencontre :

1.2.1. L'ethnoentomologie

L'ethnoentomologie est un terme dérivé de l'ethnologie qui étudie des humains et entomologie celle des insectes. Il s'agit d'une étude des relations entre les insectes et les humains dans les différentes sociétés du monde (Motte-Florac, 2012).

1.2.2. L'archéoentomologie et paléo-entomologie

L'archéoentomologie se spécialise dans l'étude des insectes fossiles afin de reconstituer les activités humaines anciennes. Quant à la paléo-entomologie, il s'agit d'une branche de l'entomologie dont la discipline couvre la classification, l'histoire naturelle, l'évolution et l'écologie des insectes à travers l'étude des insectes fossiles (Huchet, 2013).

1.2.3. L'entomologie moléculaire

C'est un outil de diagnostic (détermination ; taxonomie ; génétique des populations) qui permet de définir la capacité vectorielle (Fontenille, 1993).

1.2.4. L'entomologie médicale

C'est une discipline scientifique qui étudie les arthropodes responsables directement ou indirectement des pathologies humaines (Motte-Florac, 2012).

1.2.5. L'entomotxicologie

C'est une branche de l'entomologie légale, permet à l'enquêteur de détecter la présence de substances toxiques dans des tissus d'insectes.

2. L'entomologie forensique

2.1. Définition

L'entomologie forensique est une discipline des sciences forensiques qui étudient les insectes et d'autres arthropodes dans un contexte médico-légal. Elle est basée sur l'utilisation des insectes nécrophages pour estimer l'intervalle post mortem dans le cadre d'enquêtes judiciaires et permet dans certains cas de préciser les circonstances du décès. Donc, elle constitue l'ensemble des interactions entre les insectes nécrophages et la mort. En plus, cette discipline peut permettre de déduire le déplacement de cadavres ou si une drogue ou une substance toxique a été utilisée (Catts et Haskell, 1990 ; Frederickx *et al.* 2011 ; Marquez-Grant et Roberts, 2012 ; Charabidze *et al.*, 2013; Marquez-Grant et Roberts, 2012).

L'entomologie forensique est dotée de méthodes performantes qui ont permis d'asseoir son statut auprès des enquêteurs et les magistrats. Cette évolution est principalement due à une intense activité de recherche, à la fois dans le domaine applicatif mais aussi plus fondamental. En effet, les aspects criminels ne sont qu'un champ d'application de la recherche, qui s'intéresse plus généralement à la biologie des insectes nécrophage et à leur implication dans le processus de décomposition (Charabidze *et al.* 2013).

Elle se divise en trois principales disciplines, qui sont l'entomologie "urbaine", l'entomologie des denrées stockées et l'entomologie médico-légale (Hall, 2001 ; Hall & Huntington, 2009).

2.1.1. L'entomologie urbaine

Elle est basée sur les insectes (termites, cafards, etc.) causant des nuisances au sein de l'environnement humain (habitations, piscines, musées, etc.)(Frederickx *et al.*, 2011).

2.1.2. L'entomologies des denrées stockées

Elle s'intéresse aux arthropodes et débris d'arthropodes qui se trouve dans la nourriture et d'autres produits comme les textiles. Les débris d'insecte dans les céréales, les chenilles dans les boîtes de conserve de légumes, et les larves de mouche dans les sandwiches des fast-foods sont des exemples généralement plaidés par le secteur des denrées stockées (Frederickx, *et al.* 2011).

2.2. Historique

L'utilisation de l'entomologie à des fins médico-légale n'est pas récente. Selon la littérature la première affaire criminelle résolue avec l'aide des insectes date du 13ème siècle en Chine. Un assassin avoua sa faute lorsque, durant l'interrogatoire des suspects, des diptères de la famille

Données bibliographiques

des Calliphoridae ont été attirés par des traces invisibles de sang sur sa faucille (Benecke, 2001 ; Gennard, 2007 ; Frederickx *et al.*, 2011 ; Wyss et Cherix, 2006).

En Europe à partir du 17^{ème} siècle ; Le problème de la colonisation de la viande par les mouches et leurs larves a été étudié en détail par plusieurs entomologistes comme le belge **Mathieu Leclercq** avec son livre intitulé : "Entomologie et médecine légale : Datation de la mort", le finlandais **Pekka Nuortuva** et le russe **M.I. Marchenko** ont contribué à l'amélioration des connaissances de la biologie des insectes nécrophages (Frederickx *et al.*, 2011 ; Wyss et Cherix, 2006).

En 1985 les premiers protocoles de prélèvements d'insectes sur les scènes de crime ont été publiés dans le "Journal de Médecine Légale et de Droit Médical». Le premier véritable guide de terrain date de 1990 : "Entomology and Death : A Procedural Guide" par Catts et Haskell (Leclercq & Brahy, 1985 ; Frederickx *et al.* 2011 ; Wyss et Cherix, 2006).

En 2002 ; la première réunion européenne d'entomologie forensique, applique la conception d'une association européenne autour de cette thématique de recherche. A partir des années 2000 jusqu'à nos jours, la discipline a connu un véritable engouement et il en résulte la parution de plusieurs livres dédiés à l'entomologie forensique tels que : Entomology and the Law par Greenberg et Kunich en 2005 ; Traité d'entomologie forensique : les insectes sur la scène de crime par Wyss et Cherix en 2006 (Frederickx *et al.* 2011 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Greenberg et Kunich, 2005).

En Algérie, l'entomologie forensique a été officiellement introduite en 2010 par l'Institut Nationale de la criminalistique et de criminologie. (INCC/GN), 2012 l'ouverture de l'INCC/GN sur les universités nationales plusieurs étudiants de différentes universités algériennes ont bénéficié des stages pratiques dans ce laboratoire et/ou d'un stage pour projet de fin d'étude, les étudiants de l'Université de Blida 1 ont eu plus d'opportunité pour effectuer des stages au sein de l'INCC/GN.

Le premier projet de fin d'étude en entomologie forensique en collaboration avec l'INCC-GN a été réalisé par (Taleb 2013), encadré par Pr Tail. Cette collaboration a fait un début d'une longue relation scientifiquement productive traduite par de nombreux travaux de recherche scientifique dont l'objectif est de recenser les insectes nécrophages et de modaliser leurs successions sur le cadavre afin d'optimiser les méthodes d'estimation de l'intervalle post mortem.

3. Les insectes associés aux cadavres

Le cadavre en fonction de son état de décomposition, constitue un milieu d'attraction de différents insectes. Selon la bibliographie, Ces insectes sont répertoriés en quatre groupes (figure 01) et cela en fonction de leurs régimes alimentaires. On y rencontre :

- Les espèces Nécrophages.
- Les espèces Nécrophiles (parasites ou prédateurs des espèces nécrophages).
- Les espèces Omnivores.
- Les espèces Opportunistes.

3.1.Les espèces nécrophages :

Les espèces nécrophages se nourrissent des tissus cadavériques (Dekeirsschieter et *al.* 2012).constituer essentiellement d'espèces de diptères, ce groupe renferme les espèces colonisant le corps au premier temps après la mort dont son importance en entomologie forensique vus leur crédibilité au calcul de l'IPM.

3.2.Les espèces Nécrophiles :

Elles regroupent les prédateurs ou les parasites des espèces nécrophages. On rencontre souvent des Coléoptères (Silphidae, Histeridae, Staphylinidae), des Diptères (Calliphoridae et Stratiomyidae) ainsi que des Hyménoptères (Campobasso *et al.*,2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

3.3. Les espèces Omnivores :

Ces espèces se nourrissent tant du cadavre que des espèces dites nécrophage et nécrophile présentent sur le corps (Dekeirsschieter et *al.* 2012).

3.4.Les espèces Opportunistes :

Ce sont des espèces qui s'aperçoivent la présence du cadavre comme une extension de leur habitat (Campobasso *et al.* 2001) et peuvent exceptionnellement être prédateurs des espèces nécrophages (Wyss et Cherix, 2006).

Données bibliographiques

Une cinquième catégorie est parfois citée, il s'agit des espèces dites accidentelles (Arnaldos et al, 2005).

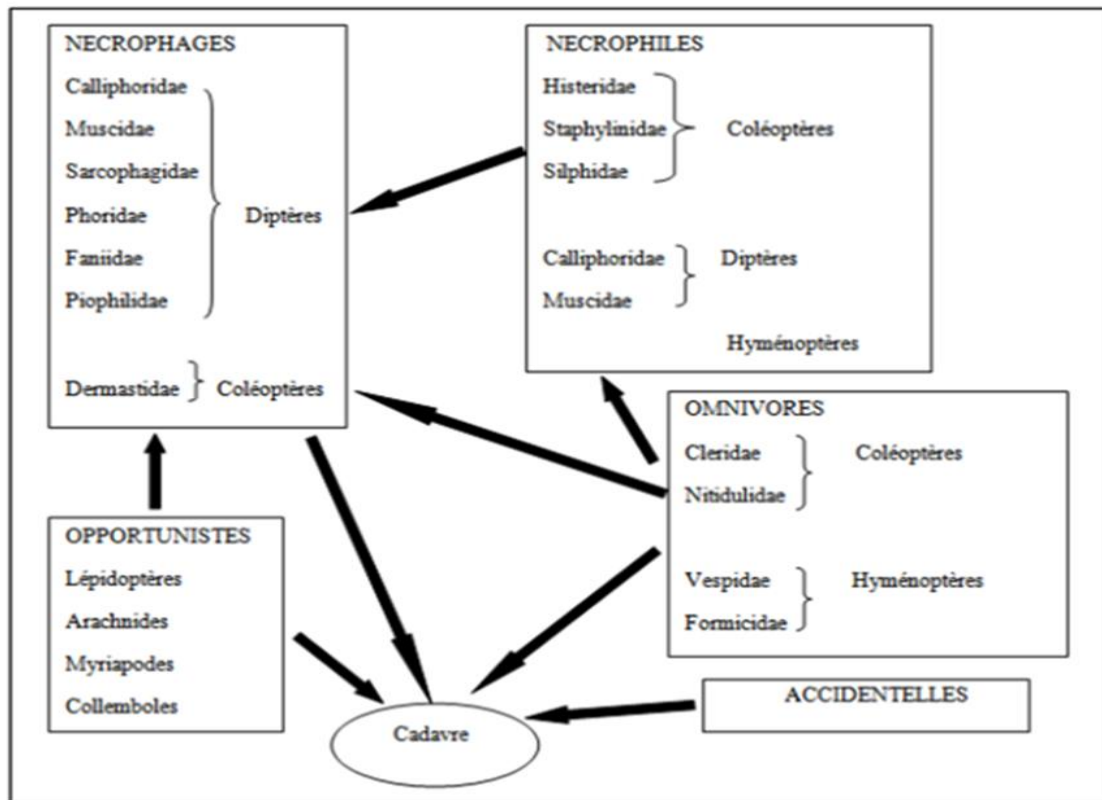


Figure (01) : Relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre (Arnaldos *et al*, 2005).

4. L'Entomofaune cadavérique

4.1. La vie autour d'un cadavre

Après la mort, le corps commence à se dégrader, un phénomène appelé la putréfaction qu'il s'agit d'un recyclage de la matière organique par multiple intervenant dont les insectes nécrophages constituent le groupe le plus important (Dekeirsschieter *et al*. 2012).

4.2. Décomposition d'un cadavre à l'air libre

La décomposition d'un cadavre est le résultat d'un effet combiné d'autolyse et de la putréfaction. C'est une série de processus dynamiques qui vont induire des transformations chimiques et physiques, qui entraînent un ensemble des changements morphologiques post-mortem appelé Thanatomorphose. Grâce à l'étude de ces changements, il est possible d'estimer le moment du décès et le processus de décomposition se déclenche plus ou moins rapidement selon les conditions environnementales. Les scientifiques divisent le processus de décomposition en quatre stades (Marchenko, 2001 ; Campobasso *et al*. 2001 ; Anderson 2001).

4.2.1. Le stade initial

Ce stade est caractérisé par l'arrêt du cœur et la diminution progressive de la quantité d'oxygène présente dans le corps (Carter et al. 2007). L'invasion d'insectes commence généralement par les orifices naturels du corps (nez, bouche, yeux.), l'anus et les organes génitaux et les blessures sur le cadavre. Les Calliphoridae et les Sarcophagidae sont les premiers insectes dans la plupart des cas.

4.2.2. Le stade du gonflement

Selon Carter et al. 2007 la diminution en oxygène amorcée à la mort de l'individu s'intensifie et le corps devient un environnement idéal pour les micro-organismes anaérobies qui transforment, par putréfaction, les sucres, les lipides et les protéines en acides organiques et en gaz comme l'ammoniaque ; ces gaz s'accumulent dans la cavité abdominale du corps et provoquent son gonflement.

4.2.3. Le stade de décomposition active

Le passage à ce stade du précédent peut-être désigné par la rupture de la peau suite à l'action du gonflement du corps, mais aussi suite à l'activité des larves d'insectes, principalement des Calliphoridae.

4.2.4. Le stade de décomposition avancée

Le passage de la décomposition active à la squelettisation se fait lorsque les larves d'insectes migrent hors du corps pour devenir des pupes (Carter *et al.* 2007 ; Matuszewski *et al.* 2008).

5. Les familles d'insectes nécrophages d'intérêt médico-légal

Les cadavres sont principalement colonisés par différents insectes nécrophages appartenant aux quatre ordres : les Diptères, les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères.

Les Coléoptères et les diptères sont les deux grands groupes d'insectes qui sont attirés par les cadavres et peuvent fournir la majorité des renseignements tirés d'enquêtes médico-légales (Byrd et Castner, 2010 in Belkhiri, W ,2018).

Dans le cadre de l'entomologie forensique, les espèces les plus représentées sont des diptères appartenant aux familles des Calliphoridae et Muscidae (Charabidzé, 2008).

5.1. Les Diptères

La plupart des espèces de Diptères peuvent être attirées par les cadavres. Elles appartiennent à plusieurs familles dont les plus importantes sont : les Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae et Phoridae.

5.2. Les Coléoptères

Ils se caractérisent par la présence d'une paire d'ailes membraneuses protégées par une paire d'ailes durcies en élytres. L'utilisation des Coléoptères, en tant que bio indicateurs en entomologie forensique (Kulshrestha et Satpathy, 2001 ; in Jessica, 2007). Les principales familles de Coléoptères ayant un intérêt médico-légal sont : les Dermestidae, les Silphidae, les Staphylinidae, les Cleridae, les Histeridae, les Nitidulidae et les Geotrupidae (Wyss et Cherix, 2006).

5.3. Cycle de développement des diptères nécrophages :

Le développement d'un insecte nécrophage est de type holométabole, c'est à dire qu'il est divisé en quatre phases distinctes (figure 02) : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte ou imago (Hamel, 2011 ; Abdoune et Achour, 2018).

- **L'œuf** : plus ou moins nombreux, sur le substrat nourricier.
 - **Stade larvaire (asticot)** : il existe trois stades larvaires chez les diptères nécrophages.
 - **Nymphose** : au terme de sa croissance, la larve arrête son activité de nutrition et prépare sa mutation, à l'abri de l'extérieur, en durcissant son enveloppe externe. Cette enveloppe, en forme de tonnelet ou puparium chez les Diptères, est le siège de transformations importantes préfigurant l'état adulte.
- Imago, ou état adulte** : celui-ci est voué à la reproduction de l'espèce par la mise en place des appareils de locomotion, nutrition et reproduction (Masselin, 1993).

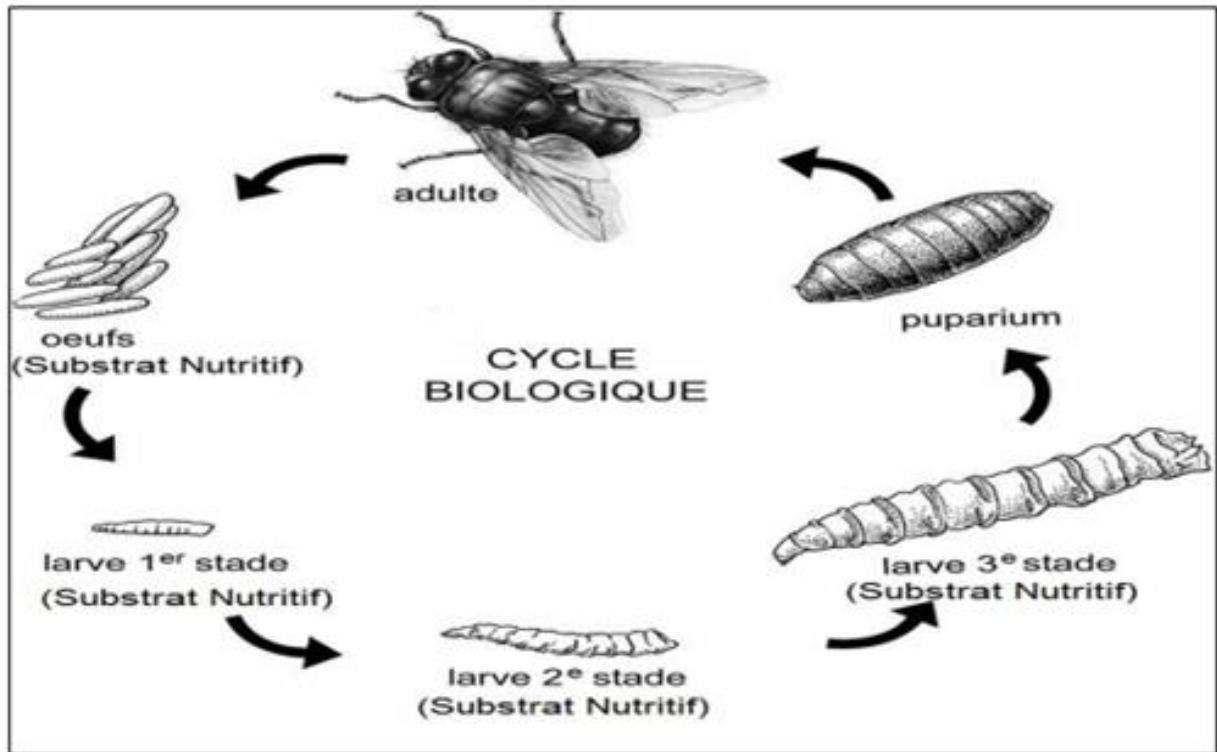


Figure (02) : cycle biologique d'un diptère (Huchet, 2017, modifié).

6. Influence de la température sur le cycle de développement des insectes nécrophages

Au temps que des êtres vivants poïkilotherme, leur développement est strictement lié à la température ambiante, le plus la température augmente, plus le développement de ces insectes est rapide, et inversement. Ce phénomène n'est cependant vérifié que dans une certaine plage de valeurs : en dessous d'une température minimum, les insectes ne se développent plus et n'ont aucune activité. De même, lorsque les températures deviennent trop élevées, la vitesse de développement baisse et s'accompagne d'une augmentation importante de la mortalité, pouvant être totale pour des températures supérieures à 45°C (Dent, 1997).

7. Intérêt de l'étude des insectes nécrophages dans l'entomologie forensique

Les insectes nécrophages ne sont plus exclusivement utilisés pour estimer la période écoulée entre le décès d'une victime et la découverte du corps ou intervalle post-mortem. Ils peuvent

Données bibliographiques

aussi apporter des informations dans les cas d'abus et de négligences chez les enfants ou les personnes âgées, sur les causes de la mort, l'identité des victimes, etc...

7.1 Enfants et personnes âgées maltraitées

Les insectes nécrophages peuvent aussi être un indicateur fiable à prouver certains cas de maltraitances et de négligence sur les personnes âgées et/ou les petits-enfants (Benecke&Lessig, 2001 ; Gennard, 2007) du fait que certain Diptères nécrophages, par exemple *Lucilia sericata* (Meigen 1826), sont attirées par les odeurs, comme l'ammoniaque, provenant de l'urine et des fèces. D'autres parts, la présence des asticots au niveau d'une blessure ou d'un orifice naturel d'une personne vivante indique souvent que la personne est négligée. Du même principe pour l'estimation de l'IPM ces larves permet de déterminer depuis quand la personne est délaissée (Guilhou et al. 2003 ; Nigam et al. 2006 ; Gennard, 2007).

7.2 Datation de la mort par les méthodes entomologiques

Les méthodes médicales classiques telles que les méthodes thermométriques, rigidité et lividités cadavériques et les méthodes biochimiques ne sont plus utiles ou applicable après les 72h de la mort (figure 03), et la seule méthode fiable permettant de dater le décès est l'entomologie médico-légale ; dont la présence des insectes sur la scène du décès, meilleurs bioindicateurs pour dater la mort (Wyss et Cherix, 2006 ; Gaudry et al. 2007).

Les insectes sont essentiels dans toutes les chaînes alimentaires et peuvent être associés à la décomposition de tissus organiques (insectes saprophages et nécrophages). Possédant pour certains des cycles courts de développement (Diptères) associés à un régime alimentaire et un processus de colonisation particulier des carcasses animales ou cadavres humains, c'est tout naturellement que les insectes nécrophages sont rentrés dans le domaine des sciences forensiques (Gaudry et Dourel, 2013).

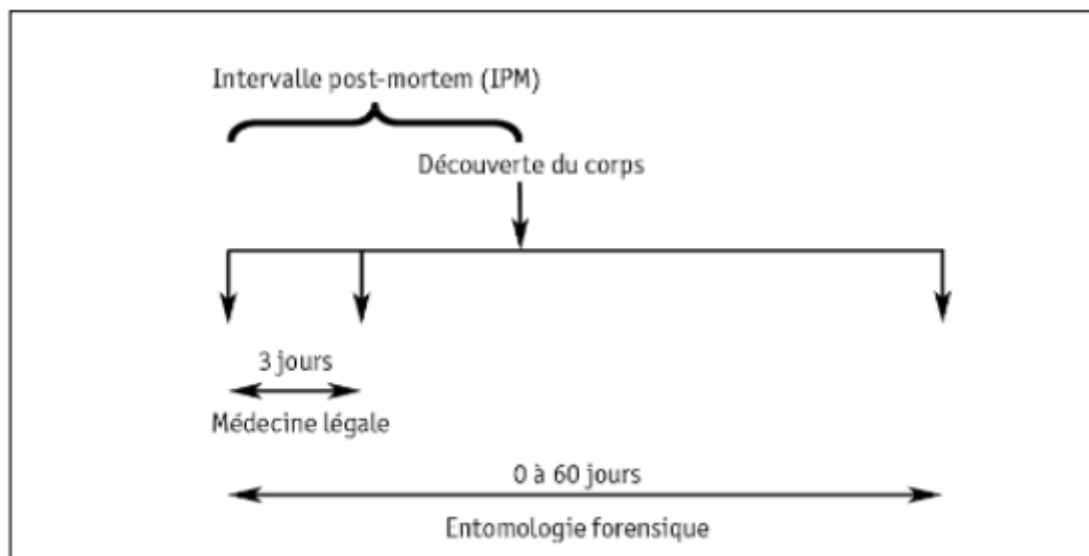


Figure (03) : Possibilité de datation d'un cadavre (IPM) en médecine légale et en entomologie forensique (Wyss et Cherix, 2006).

8. L'intervalle post-mortem (IPM)

Signifie le temps écoulé entre la mort et la découverte du corps, la détermination de la période d'activité des insectes sur le corps correspond à l'intervalle ou délai post mortem. Essentiellement, il existe deux méthodes pour déterminer l'IPM en utilisant les insectes comme bioindicateurs. La première est basée sur la détermination de la période de ponte des premières espèces de Diptères nécrophages venues coloniser un corps pour un IPM court. La deuxième, le cas de IPM long, s'appuie sur l'étude de l'ordre de succession successions de différentes communautés d'insectes et d'Arthropodes qui colonisent un cadavre au cours de la décomposition (Swift, 2006 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Gaudry *et al.* 2007 ; Wyss et Cherix, 2013).

8.1 IPM court

On parle d'IPM court lorsque les individus issus des pontes des premiers insectes colonisateurs (diptères Calliphoridae) sont encore en train de se développer sur le corps lors de sa découverte. Ce cas de figure correspond généralement à une période de quelques jours à quelques semaines après le décès. Il est alors possible de calculer directement l'âge des insectes au moment où ils ont été prélevés sur le corps. L'estimation de leur date de ponte correspondra donc à l'IPM minimum, c'est-à-dire la mise en évidence d'une date où la victime était déjà morte, il existe deux méthodes pour estimer la date de ponte ; par l'accumulation des degrés jours (ADJ), la plus utilisée, ou l'accumulation des degrés heures

(ADH) se base sur le cycle de développement des Diptères nécrophages (Greenberg et Kunich, 2005 ; Amendt *et al.*, 2004 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Gennard, 2007).

La calcul de l'IPM par le ADD dérive de la modélisation linéaire de la relation entre le taux de développement d'un insecte et la température. Elle synthétise pour chaque espèce la cinétique de développement sous la forme de deux constantes : une valeur seuil à atteindre et une température minimum T_{min} . Cette valeur doit être retranchée à la température ambiante pour calculer les ADD (Marchenko, 1988 in Wyss et cherix, 2013). On obtient alors ce qu'on appelle un IPM minimum qui ne pourra être déterminé que pour la première génération de mouches arrivées sur le cadavre (Wyss et Cherix, 2006).

8.2 IPM long

Cette méthode est utilisée pour l'estimation d'un IPM long (après plusieurs générations des insectes). Donc il s'agit de reconstituer l'histoire de la colonisation du corps par les insectes (Wyss et Cherix, 2006). Il est alors nécessaire de remettre à la fois le temps de développement de chaque génération, mais aussi de déterminer dans quel ordre ces insectes se sont succédés, et surtout si les générations se sont chevauchées ou non. La parfaite connaissance de la biologie des insectes nécrophages devient ici déterminante. Le principe est ensuite d'associer à chaque vague d'insectes récoltés une période durant laquelle les conditions climatiques et l'état du corps étaient compatibles avec leur développement. Ce travail est délicat et la précision des conclusions dans ce type d'expertise peut varier de quelques jours à quelques mois (Charabidzé, 2008).

9 Les facteurs limitant pour calculer de l'IPM

9.1 Température :

Le développement des insectes est rythmé par les températures ambiantes et leur variation ainsi que la photopériode. Il existe des seuils thermiques inférieures et des seuils thermiques supérieurs au-delà des quels les insectes nécrophages sont inactifs ou meurent. Les températures sont des bioindicateurs potentiels dans l'estimation de l'IPM, compte tenu de leur lien directe avec le développement des diptères nécrophages (Turchetto *et al.* 2004 ; Abdoune et Achour, 2018).

9.2 Hygrométrie :

L'humidité est un facteur important pour la ponte chez de nombreux diptères nécrophages, parfois les fluctuations déclenchent des phases d'inertie évolutive. L'élévation du degré de l'hygrométrie n'est pas aussi dangereuse que la sécheresse pour l'épanouissement des larves,

Données bibliographiques

la déshydratation peut leur être fatal. La résistance au froid et à la chaleur est sous la dépendance du degré hygrométrique de l'air ambiant, si celui-ci est faible, il entraîne une dessiccation rapide de tout cadavre exposé à l'air libre, ce qui influe sur la succession des insectes favorise la colonisation par les espèces qui se nourrissent de matières organique desséchées, dont certains coléoptères du genre dermestes et certains lépidoptères (Abdoune et Achour, 2018).

9.3 Vent :

Le vent est un facteur défavorable à l'activité des diptères, il perturbe le sens olfactif des mouches rendant la localisation et la ponte sur le cadavre difficile : un vent faible diminue l'activité des Calliphoridae et un vent violent l'interrompt complètement (Abdoune et Achour., 2018).

9.4 Lumière :

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

10 Notion d'escouades

L'arrivée des insectes se fait en 8 escouades en fonction des stades de décomposition cadavérique (Megnin, 1894).

10.1 La première escouade :

Principalement on trouve les Diptère Calliphoridae (*Calliphora vicina*) et des Muscidae (*Musca domestica*) (Gaudry *et al.*, 2007).

10.2 La deuxième escouade :

Les individus de la deuxième escouade interviennent à l'apparition de l'odeur cadavérique. On y retrouve d'autres Calliphoridae (*Lucilia sericata*, *L. Caesar*) et des Sarcophagidae (Gaudry *et al.* 2007).

10.3 La troisième escouade :

Les colonisateurs de la troisième escouade sont des Coléoptères sont les Dermestidae et des Lépidoptères Pyralidae (Gaudry *et al.* 2007).

10.4 La quatrième escouade :

L'arrivée de la quatrième escouade est provoquée par la fermentation dite caséique ; car elle attire des petits Diptères comme les Piophilidae et les Fanniidae. Les Coléoptères sont représentés par des Cleridae (Gaudry *et al.*,2007).

10.5 La cinquième escouade :

Une odeur très désagréable accompagne la phase suivante, qui correspond à la fermentation ammoniacale. Elle attire les Diptères Muscidae ou des Phoridae. Les Coléoptères sont représentés par des Silphidae et Histeridae (Gaudry *et al.*, 2007).

10.6 La sixième escouade :

Avec l'arrivée de la sixième escouade, la dessiccation du corps est accélérée par l'action des acariens et non plus des insectes (Gaudry *et al.*, 2007).

10.7 La septième escouade :

Lorsqu'on arrive à la septième escouade, le cadavre est totalement sec, On y retrouve des insectes du même type que ceux qui s'attaquent aux fourrures, tissus. Il s'agit des Coléoptères et des Lépidoptères (Gaudry *et al.* 2007).

10.8 La huitième escouade :

Les individus de la huitième escouade se contentent des débris du corps qui subsistent encore. Il s'agit de Coléoptères (Gaudry *et al.*, 2007).

Matériels

&

Méthodes

Objectifs de l'étude

La présente étude a été conçue pour répondre aux objectifs suivants :

- a. Contribuer à l'étude de la faune entomologique nécrophage associée au processus de la décomposition cadavérique dans la région de SOUMAA, Blida, Algérie.
- b. Identifier les paramètres et les conditions influençant la diversité de la faune.
- c. Tester la fiabilité de l'utilisation des insectes nécrophages pour l'estimation de l'intervalle post mortem (IPM).

Pour atteindre ces objectifs, un protocole expérimental préalablement établi a eu lieu en collaboration avec les spécialistes du laboratoire d'Entomologie forensique de l'Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (ENT/INCC/GN).

1. Présentation du site expérimental et du lieu de stage

1.1. La présentation du site expérimental

Il est situé à SOUMAA présente les coordonnées $36^{\circ} 31' 06''$ nord, $2^{\circ} 54' 19''$ est. Elle se situe au centre de la wilaya de Blida (figure 05), limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya d'Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa et à l'Est par les wilayas de Boumerdes et de Bouira (dsp-blida, 2015).

Il s'agit d'une petite ferme renfermant une Jumenterie et un espace vide de plus que 400 m^2 entourée du côté nord par des arbres, sur le côté sud cinq maison a environ 500 m (figure 04), une usine de fabrication des matériaux de construction et une école primaire.



Figure (04) : Le site expérimental.



Figure (05) : Image satellitaire de la ville d'étude (SOUMAA).

1.2. La présentation du lieu de stage

Notre stage a été effectué au niveau de l'Institut National de criminalistique et de criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN), il est situé à une vingtaine de kilomètres à l'Ouest d'Alger près de la forêt de Bouchaoui (figure 06). C'est un établissement public à caractère administratif, créé par le décret présidentiel n°04-183 du 26/06/2004. Il est un outil de pointe inspiré des pratiques d'expertise et d'analyse récentes et appuyées par les technologies appropriées. Il a pour mission de servir la justice et de soutenir les unités d'investigation dans l'exercice de la police judiciaire, Il est constitué de plusieurs départements spécialisés dans les sciences criminelles dont celui de la Faune et Flore cadavérique (**FFC**), qui inclue le laboratoire d'entomologie forensique, Ce laboratoire utilise des insectes à des fins juridiques, il a été accrédité en 2019 par l'organisme d'accréditation Algérien **ALGERAC** et l'organisme d'accréditation Américain **ANAB**.



Figure (06) : Photo de l'Institut national de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale.

1.3 Conditions climatiques

Notre expérimentation a été effectuée à l'extérieur à l'air libre ; sous l'influence de plusieurs paramètres météorologiques tel que la température, l'humidité relative, la vitesse du vent, ainsi que le taux de précipitation.

Notre expérimentation s'est déroulée durant la période printanière au mois de Mai (du 10 jusqu'au 25 mai), qui s'est caractérisée par un climat chaud et sec avec une température moyenne enregistrée de 30 °C, alors que le taux d'humidité variait entre 22 % et 30%, absence de précipitation durant toute l'expérimentation, alors que la vitesse maximale du vent a atteint parfois 30km /h.

2. Matériels

2.1 Matériel biologique (Voir annexe 2)

Il est constitué de lapins et de viande de bœuf congelée. Nous avons égorgé deux lapins de race albinos « *Néo-zélandais/ le Californien* » de sexe masculin obtenus dans une ferme à Boufarik dans la wilaya de Blida qui pèsent entre 1.9kg 2 kg (figure 07 :A) . Les lapins ont été pesés et identifier par des numéros de Lap1, Lap2.

Viande de bœuf congelée : qui a servi de nourriture pour l'élevage des larves (figure 07:B).



Figure (07) : A : lapin albinos



B : viande de bœuf congelée.

2.2 Matériel non biologique (Voir annexe2).

3. Méthodes

3.1. Protocole expérimental suivi sur terrain

Notre dispositif expérimental permet de simuler une scène de découverte d'un cadavre et aussi la capture d'insectes qui le colonisent tout au long de la période du processus de décomposition du cadavre qui a duré 15 jours du (10 mai 2022 jusqu'au 25 mai 2022), dès la première heure de la mort à l'état squelettique.

3.1.1 Installation du dispositif expérimental

Sur site, deux locaux situés sur les deux extrémités de la diagonale, ont servi au dépôt des deux carcasses dans deux cages de 1mètre /1mètre construite par un grillage métallique dont les mailles sont de 4cm de diamètre (figure 08), permettant ainsi l'accès des insectes aux cadavres tout en empêchant les prédateurs d'y entrer et aussi pour la protection de la carcasse du lapin des rongeurs et animaux carnivores, la distance entre les deux cadavres est 18m.



Figure(08) : installation de la cage métallique .

Sacrifice des deux lapins a été faite sur le site par égorgement le jour de l'installation du dispositif expérimental le matin vers 9h20. La technique consiste à déposer le cadavre du lapin sur le sol (figure 09) pour capturer les insectes à l'aide d'un filet fauchoir et d'un piège placé sur le cadavre pour réaliser des élevages des larves prélevées sur ces deux lapins afin d'identifier les espèces qui arrivent les premières.



Figure (09) : Egorgement du lapin sur le site.

Matériels & Méthodes

Toutes les informations journalières sont régulièrement notées sur une fiche : température (T°), l'humidité relative, date, heure et nombre d'individus.

3.1.2. Collecte des insectes adultes

Durant notre travail deux types de pièges ont été utilisés :

- ✓ **Filet fauchoir** : Pour la collecte des diptères adultes, il faut juste faucher autour de soi par un mouvement de vas et vient tout autour du cadavre (figure 11).
- ✓ **Piège Barber** : Les pièges sont constitués de bouteilles en plastique de 10cm enterrés dans le sol jusqu'au bord supérieur(figure 10), dans lesquels les insectes marcheurs vont tomber. Un liquide a été ajouté, il s'agit bien d'eau savonneuse pour rendre le piège sélectif.



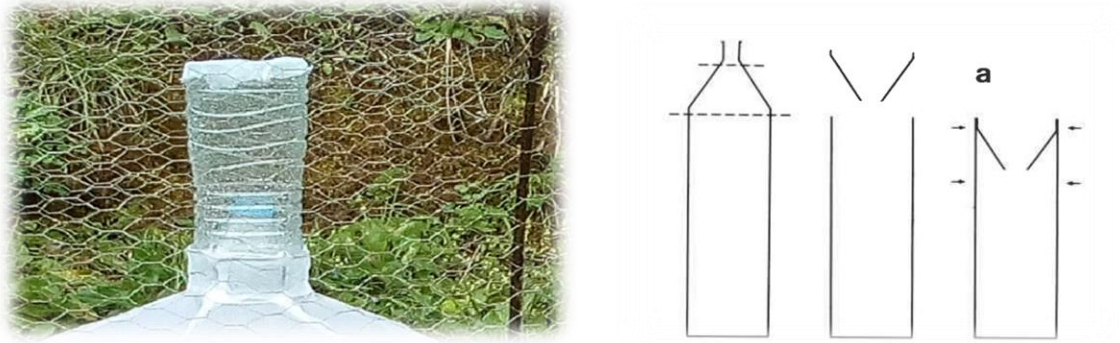
Figure (10) : Piège barber pour les Insectes marcheurs.



Figure(11) : filet fauchoir

✓ **Piège attractif modifié :**

Notre piège est une autre forme modifié en 2016 par Monsieur DJEDOUANI Brahim qui est un expert au niveau du laboratoire d'entomologie forensique (figure13).C'est un dispositif en forme de moustiquaire dont le tissu utilisé la gaze, entourée par des orifices en forme de cônes et par quatre pièges barber. Son principe est basé sur le fait que les insectes se déplacent toujours vers le haut ; donc il est posé sur une substance qui attire les insectes ailés, ces derniers pénètrent à l'intérieur et se retrouvent ainsi regroupés dans la boîte de collection fabriquée à partir d'une bouteille en matière plastique de 1,5 litre de contenance (modifié selon le schéma de la figure 12).



Figure(12) : Les cônes et la boîte de collection du piège attractif



Figure (13) : Piège utilisé pour les récoltes des insectes ailés.

3.1.3 Enregistrement des données et collecte des échantillons

a) Observations et récoltes entomologiques

Les observations et la collecte d'insectes retrouvées sur et autour des cadavres (figure 14) , ont été faites périodiquement selon le planning suivant :

-Durant les trois premiers jours (à compter de la date de l'installation du dispositif expérimental), la collecte et l'enregistrement des observations se font trois fois par jour (3fois/jour : 9h00, 13h00 et 15h00).

-Durant les deux jours suivants : la collecte et l'enregistrement des observations se font deux fois/jour (2fois/jour ; 9h00, et 15h00).

- A partir du 7ème jour jusqu' à la phase de décomposition avancée : la collecte et l'enregistrement des observations se font deux fois par jour chaque deux jour.

Matériels & Méthodes

-Les deux derniers jours ont été conçus juste pour l'observation sans aucun prélèvement jusqu'à la fin de décomposition.

Ces prélèvements (insectes vivants, morts ainsi les larves à différents stades de développement) sont accompagnés d'une fiche portant le numéro du lapin, la date et l'heure du prélèvement, l'état du cadavre, les conditions météorologiques (température, humidité relative). Les prélèvements sont séparés en trois lots équitables et étiquetés selon le model (voir annexe 02)



Figure (14) : Les étapes suivies pour la conservation des prélèvements entomologiques

b) Collecte des stades immatures

Les larves ont été prélevées délicatement dans les plaies et les orifices naturels (yeux , bouche ,anus, oreilles..etc.) ceci est montré dans la figure 15 ,afin de ne pas les écraser, et sont mises dans des flacons en plastique (lot04).



Figure (15) : Prélèvement des larves.

3.2. Protocole suivi au laboratoire

Les insectes adultes des trois premiers lots ont été transférés dans des tubes à essai remplis par une solution d'alcool 75% (figure 16) afin d'effectuer l'étape de l'identification microscopique au niveau du laboratoire ENT/FFC.

Les stades immatures prélevés sont mis dans des flacons spéciales (pour les garder vivants jusqu'au laboratoire), sont élevés dans une enceinte climatique programmée à des conditions climatiques (température et humidité) contrôlées, afin de les utiliser pour tester leur fiabilité comme indicateur de la date de la mort.

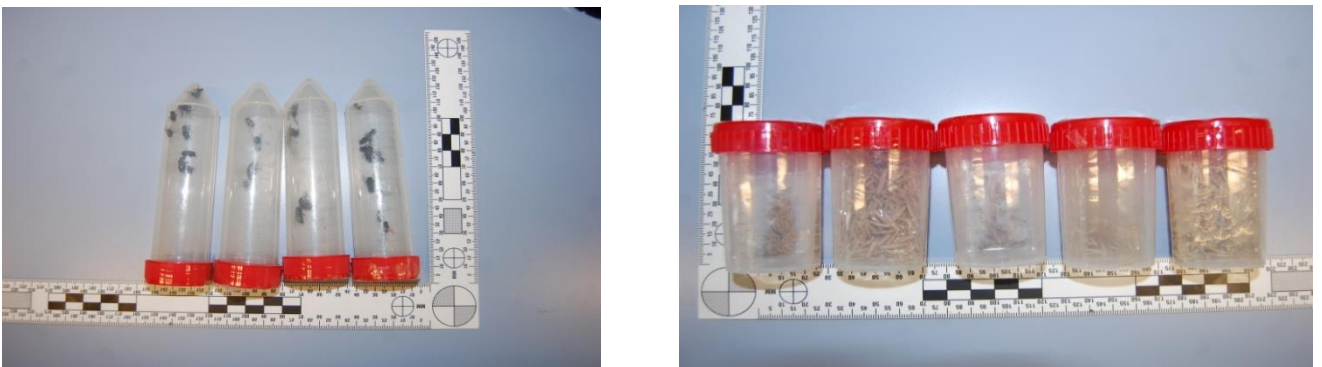


Figure (16) : Conservation des insectes capturés sur terrain.

3.2.1 Elevage des larves

Les flacons contenant des larves vivantes ont été acheminés au laboratoire pour l'élevage. A cet effet des boîtes d'élevage ont été préalablement préparées comme suit : Le fond des boîtes est rempli de sable. Une tranche de viande de bœuf a été placée sur le sable, sur laquelle ont été placées les larves. Le contenu des boîtes a été ensuite humidifié avec de l'eau. Les boîtes ainsi préparées ont été recouvertes avec de la gaze (figure 17). Le suivi de l'élevage a été effectué quotidiennement. Les boîtes sont maintenues jusqu'à l'émergence des adultes dans une enceinte climatique (voir annexe.) thermo régulée à 22°C ou règne une humidité relative de 70% pour 9 heures d'éclairage et 15 heures de l'obscurité.

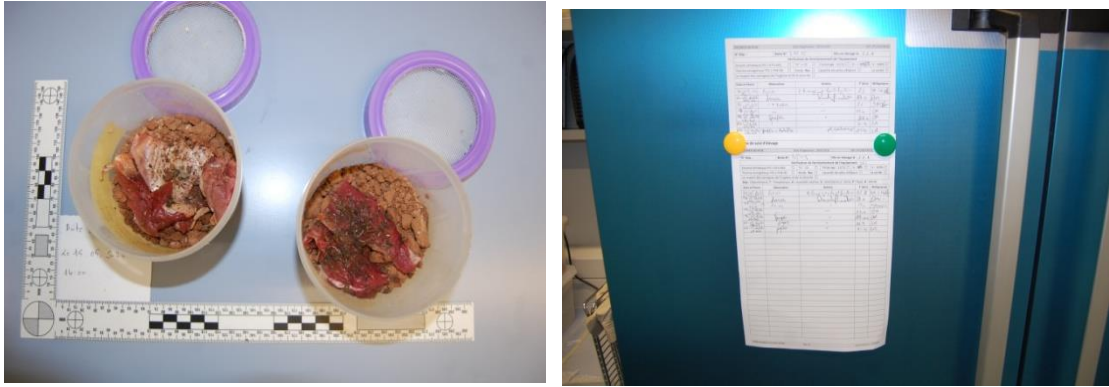


Figure (17) : Mise en élevage de larves

3.2.2 Identification des insectes adultes vivants

a) Préparation des insectes adultes :

Les insectes capturés lors de l'échantillonnage ont été conservés dans l'éthanol à 70%. Avant l'identification, ils ont été lavés sous l'eau de robinet pour les réhydrater, puis placés dans du papier absorbant pour les faire sécher et leur donner juste le taux d'humidité nécessaire pour faciliter leur manipulation.

b) Le triage des spécimens au laboratoire

La séparation selon les ordres, les familles, sous familles et le dénombrement des insectes récoltés sur le terrain ont été effectués à l'aide d'une loupe binoculaire. Les insectes de grande taille ont été fixés dans des boîtes de collection à l'aide d'épingles entomologiques et les plus petits ont été conservés dans de l'alcool à 70°. Après le tri, nous avons commencé le comptage journalier de tous les spécimens de chaque ordre.

c) Identification des diptères nécrophages :

L'identification des adultes des diptères a été effectuée au niveau de l'institut national de criminalistique et de criminologie de la Gendarmerie Nationale par les spécialistes des laboratoires d'entomologie en se basant sur les critères morphologiques et biométriques des spécimens (larves de 3ème stade et adultes) sous un stéréo-microscope de capacité de grossissement qui atteint ($G \times 500$) en se référant à des ouvrages contenant des clés d'identification. Les insectes récoltés ont tous été identifiés jusqu'à l'ordre. Les insectes appartenant à l'ordre des Diptères et des Coléoptères ont été déterminés jusqu'à la famille. Cependant, les Diptères de la famille des Calliphoridae, sarcophagidae et les Coléoptères ont été déterminés jusqu'à l'espèce, vu leur grande importance en entomologie forensique.



Figure (18) : Boîte de collecte.

*Pour avoir une bonne identification, les adultes doivent être épinglés au bon endroit.

3.2.3 Epinglage :

L'épingle a été placée dans le thorax du spécimen, l'endroit varie selon l'ordre auquel appartient l'insecte :

-Chez les hyménoptères et chez les diptères, l'épingle a été placée légèrement à droite sur le mésothorax, entre les ailes.

-Chez les Coléoptères, l'épingle a été enfoncée dans le premier tiers de l'élytre.

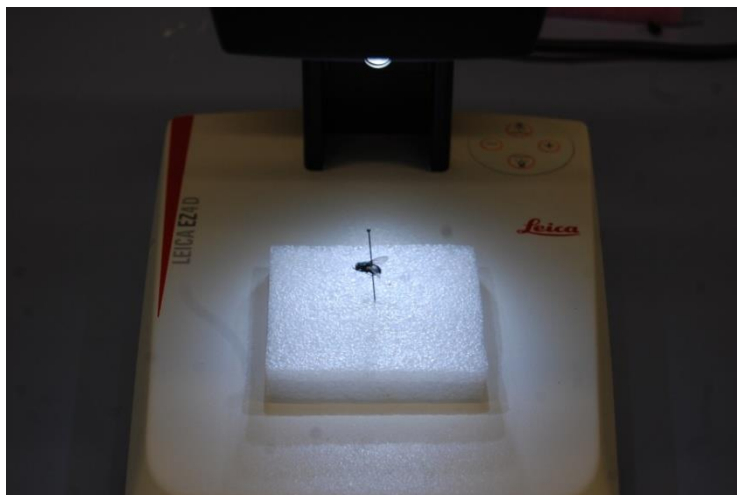


Figure (19) : Epinglage d'un diptère.

3.2.4 Etiquetage :

Après identification, les insectes ont été placés sur une planche de polystyrène avec des étiquettes portant les informations sur chaque spécimen puis laissés sécher à l'air libre.

3.2.5 Estimation de l'intervalle post-mortem

Nous avons calculé l'IPM ou Intervalle post mortem en se basant sur le cycle de développement des larves afin de déterminer la période de ponte de la première génération des diptères *Calliphoridae*.

Après élevage et après l'apparition de la première génération des mouches arrivées sur le cadavre, des calculs ont été faits selon la méthode de Manchenko (2001), qui tient compte des températures moyennes journalières sachant que chaque espèce nécessite une constante de chaleur pour effectuer la totalité du cycle, l'auteur affirme que la marge d'erreurs est de l'ordre ± 24 heures. Ces calculs ont été réalisés pour vérifier la fiabilité de la méthode utilisée pour l'estimation du délai post mortem basée sur le développement des larves. Pour chaque espèce, une constante C correspond à un cumul thermique total nécessaire au développement de l'œuf à l'émergence a été déterminée expérimentalement. Cette durée est définie comme la somme de degrés accumulés chaque jour avec l'acronyme ADD (Accumulation Degree Day).

Résultats

&

Discussion

1. Résultats

1.1 Stades de décomposition

Durant notre étude et selon nos observations journalières des changements apparents sur les deux carcasses. Nous avons pu distinguer 04 stades du processus de décomposition du cadavre :

a) Stade frais

Ce stade commence au moment de la mort et s'est poursuivi jusqu'à ce que le ballonnement du corps soit évident, ce qui a été noté à la fin du troisième jour de l'expérimentation, pas de dégagement d'odeurs.

b) Stade gonflé

Il est caractérisé par une remarquable augmentation du volume de l'animal notamment au niveau du ventre due à l'accumulation des gaz issus du processus de dégradation de la matière organique dans les organes internes sur les deux animaux utilisés dans notre expérimentation, et ceci à la fin du troisième jour jusqu'au 5ème jour.

c) Stade de décomposition active

Il est déterminé par le dégonflement des animaux à cause de l'échappement de gaz accumulé suite à l'apparition des lésions cutanées et la disparition d'une partie importante de matière organique sur la partie postérieure de l'animal (orifice anal). Cette phase se distingue par une forte odeur tout autour des cadavres avec un dégonflement du corps et écoulement des fluides. On note également une activité entomologique importante en nombre et diversité autour des deux animaux tandis que le lapin 02 a présenté un état de dégradation plus avancé par rapport au lapin 01.

d) Décomposition avancée

C'est une étape caractérisée par le dessèchement totale de l'animal, la disparition complète de la matière organique à l'exception d'une surface importante de la peau qui a commencé à présenter des lésions multiples notamment au niveau du ventre, de la gorge et de la partie postérieure de l'animal ce qui a rendu possible de voir certaines parties du squelette de l'animal. Une odeur faiblement ressentie comparé aux stades précédents et

Résultats & Discussion

une activité entomologique presque faible présente par quelques espèces marcheurs s'abritant sous les restes de la carcasse.

Tableau 01 : tableau comparatif des stades de décomposition des deux cadavres.

Stade de décomposition	Période en jour
Lapin 01	Du 10 au 25 mai
Lapin 02	Du 10 au 24mai







*Les deux lapins étaient sous les mêmes conditions climatiques et environnementales à l'exception le lapin 02 qui a été exposé à une intensité de soleil plus importante

Les résultats présents dans le tableau ci-dessus illustrent un léger décalage dans le processus de décomposition, notamment le début du stade du gonflement (la fin du 3ème jour), le lapin02 a montré un volume supérieur à celui du premier lapin, ce qui démontre des vitesses de décomposition différentes. Ce phénomène pourrait être dû au fait que le lapin 01 n'était pas exposé à une intensité de soleil importante, contrairement au lapin 02 qui recevait les rayons du soleil de la demi-journée plus intenses, comme cela peut être expliqué par la présence d'une densité végétale importante plus proche du lapin 02 que lapin 01. La vitesse de décomposition des deux cadavres a été presque identique néanmoins le lapin 02a atteint le stade squelettique complet un jour avant le lapin 01.

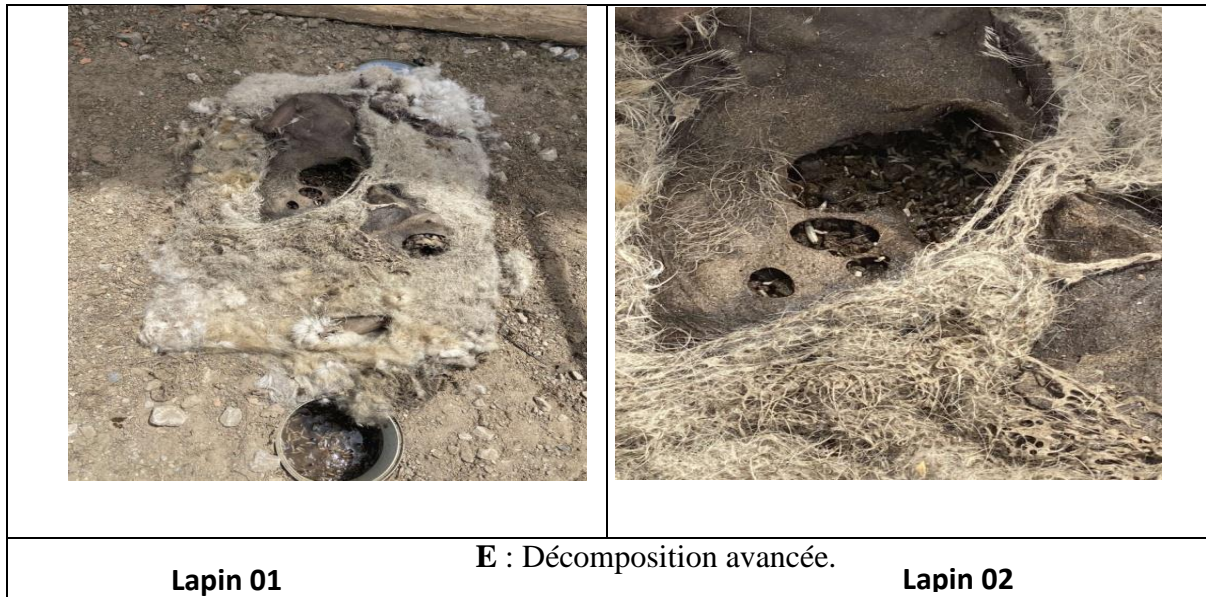
Ces deux paramètres (L'intensité de soleil et la densité végétale) auraient pu influencer sur la température/humidité relative dans les deux emplacements, provoquant ainsi une légère différence dans la vitesse de décomposition des deux lapins.

Les figures suivantes présentent les différents stades de décomposition des cadavres.

Résultats & Discussion

	
Lapin 01	A : Stade frais. Lapin 02
	
Lapin 01	B : Stade gonflé. Lapin 02
	
Lapin 01	C : Décomposition active. Lapin 02

Résultats & Discussion



Figure(20) : Processus de décomposition des cadavres des deux lapins (original).

1.2 . Observation des premiers insectes de la nécro-faune

Les deux lapins égorgés ont été visités en premier lieu par les Diptères de la famille des Calliphoridae, quelques minutes après la mort du lapin 02, contrairement au lapin 01 où les insectes nécrophages ont tardé à apparaître (24h après).

1.3. L'influence des facteurs météorologiques sur la décomposition des deux cadavres : Le tableau suivant présente les différents paramètres météorologiques : température ; humidité ; vitesse du vent.

Tableau 02 : les facteurs météorologiques influençant la décomposition des cadavres.

Date	Lapin 01		Lapin 02		Vitesse du vent
	Température °C	Humidité %	Température	Humidité	
10 /05 /2022	24	46	22	45	Fort
11 /05/2022	30	33	29,5	33	Faible
12/05/2022	35	25	33.9	25	Frais
13/05/2022	33	27	33	27	Doux
14/05/2022	30	23	30.2	23	Doux
15/05/2022	33	22	33.3	22	Faible
16/05/2022	32	23	33	23	Solaire
17/05/2022	33	22	33.8	22	Calme
18/05/2022	32	21	32.7	22	Frais

Résultats & Discussion

19 /05/2022	33	22	33.6	21	Leger
20/05/2022	31	23	32	22	Leger
21/05/2022	32	21	33	22	Adéquat
22/05/2022	33	22	33.8	23	Moyen
23/05/2022	33	21	33.7	22	Favorable
24/05/2022	31	23	32.2	23	Calme
25/02/2022	32	21	33	22	Calme

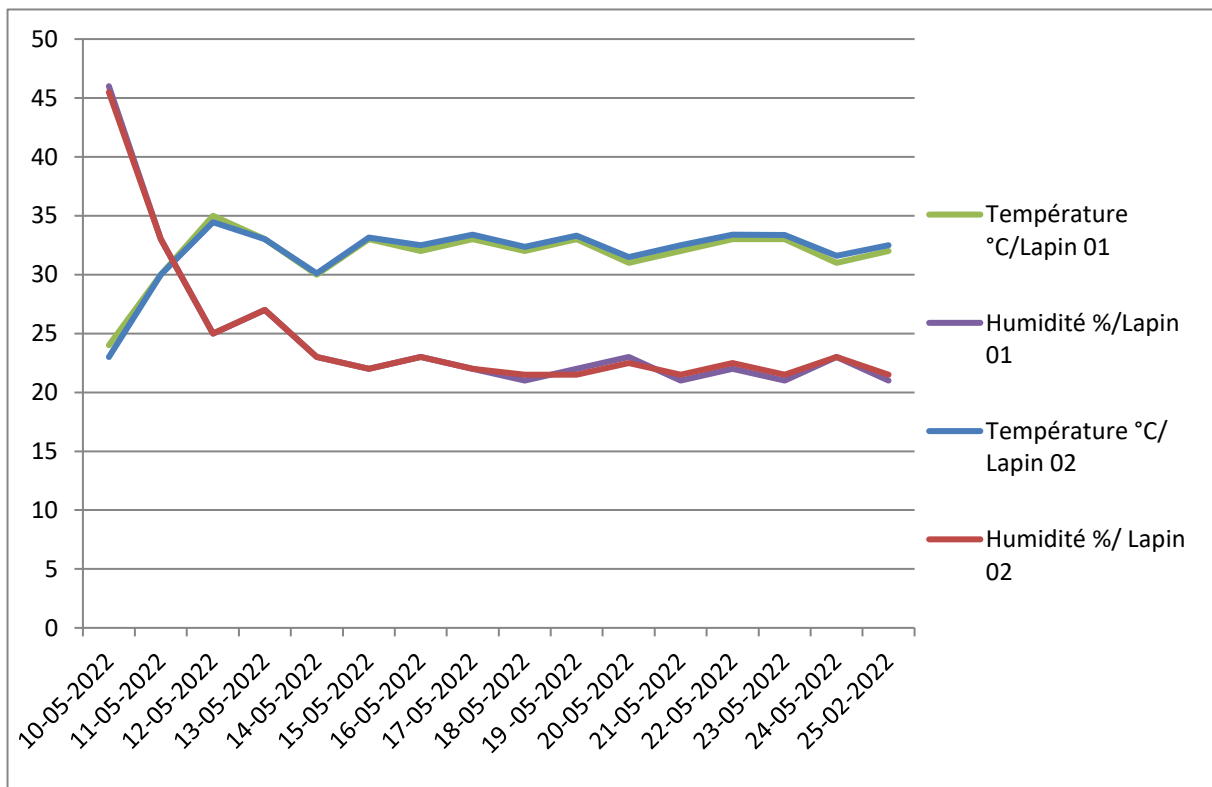


Figure (21): Figure représentant les changements de température et d'humidité en fonction des jours.

Nous pouvons constater que les courbes de température et de L'humidité sont relativement superposés indiquant ainsi qu'il n'y a pas de grande différence entre les deux emplacements donc on ne trouve pas une différence sur les paramètres météorologiques précédents.

Résultats & Discussion

Durant notre expérimentation nous avons capturé 523 spécimens appartenant à quatre familles de l'ordre des Diptères et sept familles de l'ordre des Coléoptères dont les diptères sont les premiers colonisateurs.

2. Inventaire et identification des espèces capturées :

Durant la période d'expérimentation 523 spécimens ont été prélevés et capturés présentés dans le tableau (Voir annexe 01)

Tableau 03 : inventaire de la faune cadavérique capturée.

Familles	Espèces	Etat de décomposition durant toute l'expérimentation	
		Lapin 01	Lapin 02
<i>Calliphoridae</i>	<i>Lucilia sericata</i>	29	32
	<i>Lucilia illustris</i>	17	23
	<i>Lucilia caesar</i>	2	4
	<i>Phormia regina</i>	5	6
	<i>Lucilia ampullacea</i>	66	73
	<i>Lucilia silvarum</i>	15	19
<i>Sarcophagidae</i>	<i>Sarcophaga sp</i>	7	8
	<i>Wohlfahrtia nuba</i>	3	4
<i>Muscidae</i>	<i>Musca sp</i>	2	11
<i>Piophilidae</i>	<i>Stearibia nigriceps</i>	7	8
<i>Hydrophiloidea</i>	<i>Saprinus lugens</i>	4	5
<i>Silphidae</i>	<i>Thanatophilus rugosus</i>	6	7
	<i>Thanatophilus sp</i>	6	7
	<i>Thanatophilus rugosus</i>	7	9
	<i>Thanatophilus sinuatus</i>	5	6
	<i>Thanatophilus dispar</i>	1	2
<i>Geotrupidae</i>	<i>Anoplotrupes sterosus</i>	6	6
<i>Staphylinidae</i>	<i>Philonthus cyanipennis</i>	2	6
	<i>Ontholestes cingulatus</i>	1	2
	<i>Philonthus cyanipennis</i>	1	2
<i>Dermestidae</i>	<i>Dermestes undulatus</i>	2	3

Résultats & Discussion

<i>Dermestidae</i>	<i>Dermestes frischii</i>	17	23
<i>Histeridae</i>	<i>Saprinus semistriatus</i>	3	5
<i>Nitidulidae</i>	<i>Nitidula carnaria</i>	9	13
<i>Curculionidae</i>	<i>Curculionidae Sp</i>	7	12

Les figures 03 et 04 ci-dessous nous montrent quelques critères d'identification utilisés pour déterminer quelques espèces capturées durant notre expérimentation. (Voir annexe 3)

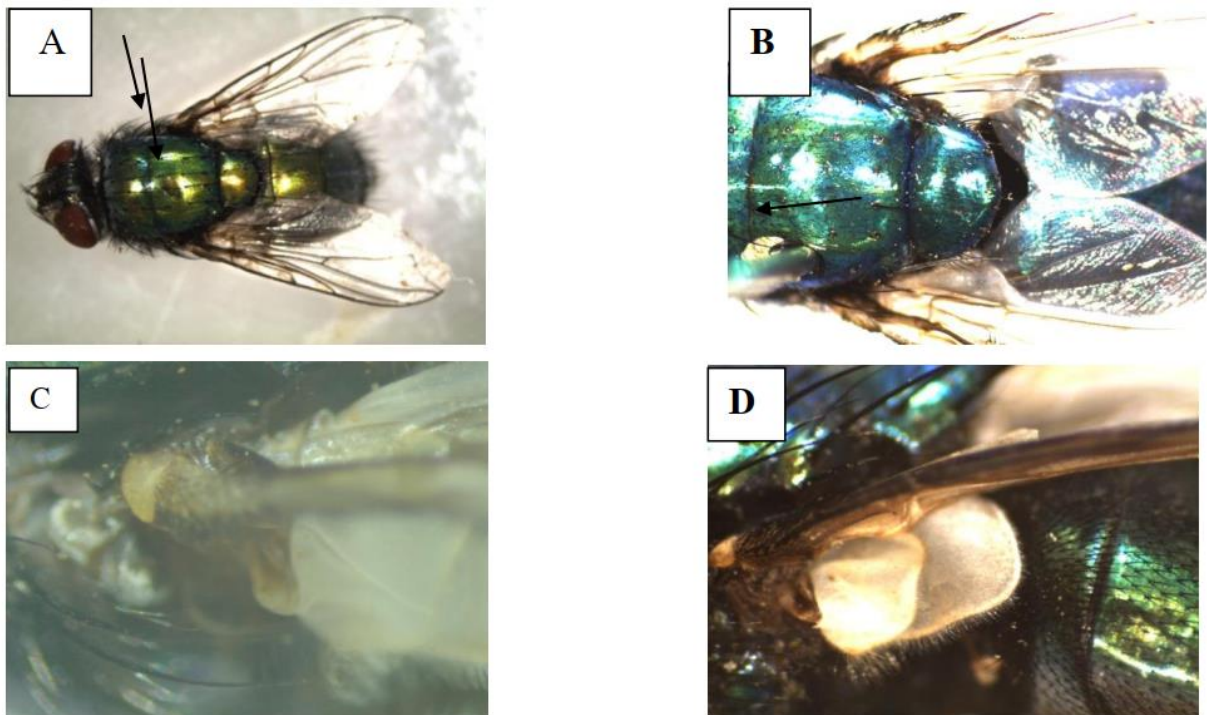


Figure (22) : Critères d'identification de *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera : Calliphoridae)

(A) Thorax vert métallique brillant (thorax Bright green metallic) (B), (C) Basicosta jaunâtre clair, (D) le Calypter inferieur dépourvu de poils (lower calypter bare above).

Résultats & Discussion

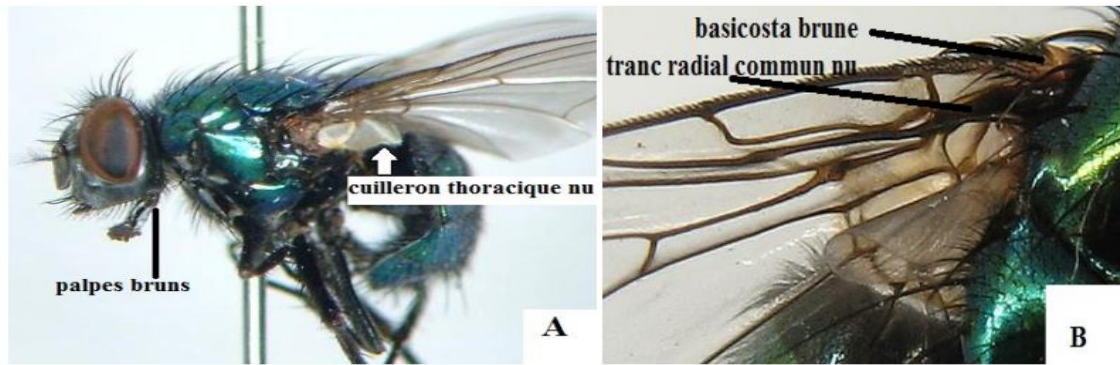


Figure (23) : *Lucilia silvarum* (Meigen, 1826) (Diptera : *Calliphoridae*)

(A) : Palpes bruns, cuilleron thoracique nu (B) : basicosta brune, tronc radial commun nu.

Tableau 04 : Les quatre familles de l'Ordre des Diptères capturées sur les cadavres des deux lapins durant le stade frais

		Etat de décomposition (Frais)																	
		Lapin 01									Lapin 02								
		1er jour			2 ^{eme} jour			3 ^{eme} jour			1er jour			2 ^{eme} jour			3 ^{eme} jour		
Ordre	Famille	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h
Diptères	<i>Calliphoridae</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Sarcophagidae</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	<i>Muscide</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	<i>Piophilidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Le signe (+) indique la présence d'insectes nécrophages, et le signe (-) indique l'absence d'insectes nécrophages.

Durant le stade frais des cadavres, nous avons capturé des insectes appartenant à 04 familles de diptères. Parmi ces familles, les *Calliphoridae* ont été observé tout au long du stade (du J1 au J3 de l'expérimentation). Par contre, autres familles à savoir : *Sarcophagidae*,

Résultats & Discussion

Muscidae, *Piophilidae* ont été observés uniquement le troisième jour avec une faible présence pour les familles : *Muscidae* et *Piophilidae* comparativement à la famille des *Sarcophagidae*. (Tableau 04)

Tableau 05 : Différentes espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade frais.

	Etat de décomposition (Frais)																	
	Lapin 01									Lapin 02								
	1 ^{er} jour			2 ^{eme} jour			3 ^{eme} jour			1 ^{er} jour			2 ^{eme} jour			3 ^{eme} jour		
	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h	9h	13h	15h
<i>Lucilia Sericata</i>	0	0	0	6	9	2	0	0	0	2	6	5	6	8	4	0	0	0
<i>Lucilia Illustris</i>	0	0	0	0	2	0	3	5	7	0	0	0	0	3	0	3	8	9
<i>Lucilia caesar</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Phormia régina</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
<i>Lucilia Ampullacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	8	4
<i>Lucilia Silvarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Sarcophaga sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Musca sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Stearibia nigriceps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Résultats & Discussion

Durant le stade frais des cadavres, il a été capturé 188 individus appartenant à 09 espèces de la famille des *Calliphoridae* de l'ordre des diptères (tableau 05), dont les espèces : *Lucilia sericata* et *Lucilia illustris* ont été les plus abondantes avec nombre de 59 et 40 individus successivement, suivi en troisième position par *Lucilia silvarum* représenté par 26 individus. Notons que le premier insecte nécrophage ayant colonisé les cadavres été *Lucilia sericata*. Nous avons remarqué également une présence importante de *Lucilia sericata* dans les deux premiers jours avec un nombre plus au moins élevé pour le lapin 02 par rapport au lapin 01 cela peut être expliqué au fait que le lapin 01 n'était pas suffisamment exposé au soleil.).

Nos résultats montrent, aussi l'absence des espèces *Calliphoridae*; *Lucilia caesar*, *Lucilia silvarum*, *Lucilia ampullacea*, *Phormia régina*, et les espèces ; *Sarcophaga sp*, *Stearibia nigriceps*, ainsi qu'une absence de représentants de la famille des *Muscidae* sur les deux cadavres de lapins et ceci durant les deux premiers jours de l'expérimentation. Nous tenons à signaler également la présence de la combinaison de *L. illustris* et *L. ampullacea* durant ce stade.

Finalement, à la fin du 3eme jour, de nouvelles espèces de la famille des *Sarcophagidae* et *Muscidae* ont été répertoriées.

Tableau 06 : Différents familles d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant le stade gonflement.

		Etat de décomposition (gonflé)							
		Lapin 01				Lapin 02			
		4 ^{eme} jour		5 ^{eme} jour		4 ^{eme} jour		5 ^{eme} jour	
Ordre	Famille	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
Diptère	<i>Calliphoridae</i>	+		+	+	+	-	+	+
	<i>Sarcophagidae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Muscidae</i>	-	+	+	-	-	+	+	-
Coléoptères	<i>Histeridae</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Silphidae</i>	-	+	-	+	-	+	-	+

Résultats & Discussion

	<i>Hydrophiloidea</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
--	-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

Durant le stade gonflé des cadavres, qui a duré 2 jours (4^{ème} et 5^{ème} jour), on a capturé des spécimens appartenant à 03 familles de l'ordre des Diptères (les *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae*) et deux famille de l'ordre des Coléoptères (*Histeridae*, *Silphidae*). Les mouches *Calliphoridae* ont été observés du début à la fin du dite stade Les espèces appartenant aux familles des *Muscidae*, *Histeridae*, *Silphidae* ont été capturées durant les deux jours de ce stade avec prédominance des *Sarcophagidae*.

Tableau 07 : Différents espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant l'état de gonflement.

Espèces	Etat de décomposition (gonflé)							
	Lapin 01				Lapin 02			
	4 ^{ème} jour		5 ^{ème} jour		4 ^{ème} jour		5 ^{ème} jour	
	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
<i>L. sericata</i>	00	00	01	00	00	00	01	00
<i>Lucilia ampullacea</i>	04	00	47	05	04	00	52	05
<i>Sarcophaga sp</i>	01	01	03	00	01	01	03	00
<i>Saprinus lugens</i>	04	00	00	00	05	00	00	00
<i>Musca sp</i>	00	02	02	00	00	02	02	00
<i>Thanatophilus rugosus</i>	00	04	00	02	00	05	00	02
<i>Lucilia silvarum</i>	00	00	04	00	00	00	04	00
<i>Wohlfahrtia nuba</i>	00	00	00	03	00	00	00	04

Le stade gonflé des cadavres, est caractérisé par la présence des spécimens de huit (08) espèces de l'ordre des diptères et coléoptères, avec une faible présence des espèces

Résultats & Discussion

appartenant à la famille des *Calliphoridae* et des *Muscidae* par rapport au stade précédent (état frais). Les deux espèces qui appartiennent à la famille des *Calliphoridae* à savoir *Lucilia sericata* et *Lucilia silvarum* ont été moins présentes comparativement à *Lucilia ampullacea* avec une abondance le 5eme jour du stade gonflé, De nouvelles espèces appartenant à la famille des *silphidae* (*Thanatophilus rugosus*), des *Histeridae* (*Saprinus lugens*) et des *Sarcophagidae* (*Wohlfahrtia nuba*) ont été répertoriées vers la fin du ce stade avec prédominance des espèces de la famille des *silphidae*.

Tableau 08 : Différents familles d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant la décomposition active

		Lapin 01				Lapin 02			
		7 ^{ème} jour		9 ^{ème} jour		7 ^{ème} jour		9 ^{ème} jour	
Ordre	Famille	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
Diptère	Muscidae	+	-	-	-	+	-	-	-
Coléoptère	Silphidae	+	+	+	-	+	+	+	-
	Dermestidae	-	+	-	+	-	+	-	+
	Staphylinidae	-	-	+	-	-	-	+	-
	Histeridae	-	-	+	-	-	-	+	-
	Geotrupidae	-	-	-	+	-	-	-	+
	Nitidulidae	-	-	-	+	-	-	-	+
	Curculionidae	-	-	-	+	-	-	-	+

Durant le stade de décomposition active des cadavres, à partir du (7^{ème} au 9^{ème} jour de l'expérimentation), nous avons capturé des spécimens appartenant à 06 familles de l'ordre des Diptères et des Coléoptères. Les espèces de la famille des *Silphidae* et celle des *Dermestidae*

Résultats & Discussion

ont été enregistré tout au long du stade. Cependant les insectes faisant parties des familles : Dermestidae, Muscidae, Histeridae et Staphylinidae, Geotrupidae, ont été observé durant les deux jours de ce stade.

**Tableau 09 : Différents espèces d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins
Durant la décomposition active.**

Les espèces	Etat de décomposition (décomposition active)							
	Lapin 01				Lapin 02			
	7eme jour		9eme jour		7eme jour		9eme jour	
	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
<i>Thanatophilus rugosus</i>	06	01	00	00	07	02	00	00
<i>Thanatophilus sinuatus</i>	00	03	02	00	00	04	02	00
<i>Musca sp</i>	02	00	00	00	05	00	00	00
<i>Dermestes undulatus</i>	00	02	00	00	00	03	00	00
<i>Dermestes frischii</i>	00	00	03	06	00	00	04	08
<i>Anoplotrupes sterosus</i>	00	00	00	02	00	00	00	02
<i>Ontholestes cingulatus</i>	00	00	01	00	00	00	02	00
<i>Thanatophilus dispar</i>	00	00	01	00	00	00	02	00
<i>Saprinus semistriatus</i>	00	00	03	00	00	00	05	00
<i>Philonthus cyanipennis</i>	00	00	01	00	00	00	00	02
<i>Nitidula carnaria</i>	00	00	00	02	00	00	00	03
<i>Curculionidae Sp</i>	00	00	00	01	00	00	00	02

Durant le stade de décomposition active il a été capturé 89 spécimens appartenant à 09 espèces différentes avec la présence de nouvelles espèces des coléoptères à partir du 9^{ème} jour.

Résultats & Discussion

La présence des espèces nécrophiles prédatrices des larves de diptères, a été détectée dès la pourriture des cadavres, ceci peut être expliqué par l'activité larvaire élevée durant cette période. Les différentes espèces retrouvées appartiennent aux familles des *Staphylinidae*,

		Lapin 01				Lapin 02			
		11 ^{ème} jour		13 ^{ème} jour		11 ^{ème} jour		13 ^{ème} jour	
Ordre	Famille	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
Coléoptère	<i>Silphidae</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Curculionidae</i>	-	+	+	-	-	+	+	-
	<i>Dermestidae</i>	-	-	+	+	-	-	+	+
	<i>Staphylinidae</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
	<i>Nitidulidae</i>	-	+	-	+	-	+	-	+
	<i>Geotrupidae</i>	-	+	-	+	-	+	-	+

Silphidae, Dermestidae, Silphidae, Nitidulidae, Curculionidae, Histeridae, Geotrupidae.

Tableau 10: Différents familles d'insectes capturés sur les cadavres des deux lapins durant la décomposition avancée et squelettisation

Durant le stade de décomposition avancée ou squelettique, à partir du 11^{ème} au 13^{ème} jour de l'expérimentation, nous avons récolté des spécimens appartenant à 06 familles de l'ordre des Coléoptères, en faveur de la famille des *Curculionidae* et des *Dermestidae* par rapport au *Silphidae* durant ce stade de décomposition.

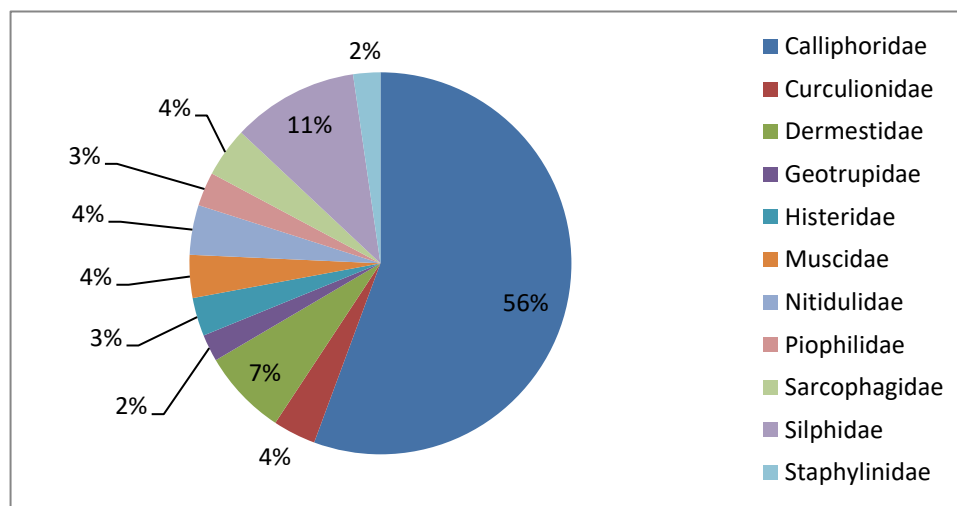
Résultats & Discussion

Tableau 11 : Différentes espèces d'insectes capturées sur les cadavres des deux lapins durant la décomposition avancée et/ ou squelettisation.

Espèces	Etat de décomposition : (entre avancé et début de squelettisation)							
	Lapin 01				Lapin 02			
	11eme jour		13eme jour		11eme jour		13eme jour	
	9H	15H	9H	15H	9H	15H	9H	15H
<i>Dermestes frischii</i>	02	02	02	02	03	03	02	03
<i>Anoplotrupes sterosus</i>	01	01	01	01	01	01	01	01
<i>Philonthus cyanipennis</i>	01	00	01	00	02	01	02	01
<i>Nitidula carnaria</i>	02	01	02	02	02	03	03	02
<i>Thanatophilus sp</i>	01	02	01	02	02	02	01	02
<i>Curculionidae sp</i>	02	01	01	02	03	02	02	03

Durant le stade de décomposition avancée ou squelettique des cadavres, il a été capturé des spécimens appartenant à 06 espèces de l'ordre des coléoptères.

Selon les résultats les *Dermestidae* étaient la famille la plus fréquente, représentée par une seule espèce ; *Dermestes frischii*. Les deux derniers jours ont été conçus juste pour l'observation sans aucun prélèvement jusqu'au la fin de décomposition.



Résultats & Discussion

Figure (24) : abondance de familles d'insectes capturées sur les deux lapins.

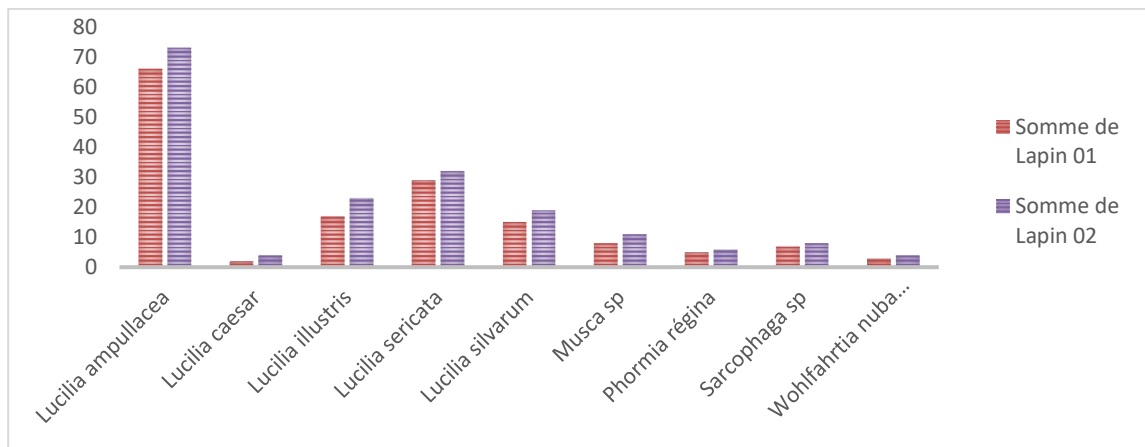


Figure (25) : histogramme représentant l'abondance relatives des Diptères sur la totalité de l'expérience.

On remarque une nette prédominance, en termes d'abondance, des *Calliphoridae* (*Lucilia ampullacea*, *Lucilia sericata*). Les *sarcophagidae* et les *Muscidae* présentent de faibles effectifs sur la totalité de l'expérience.

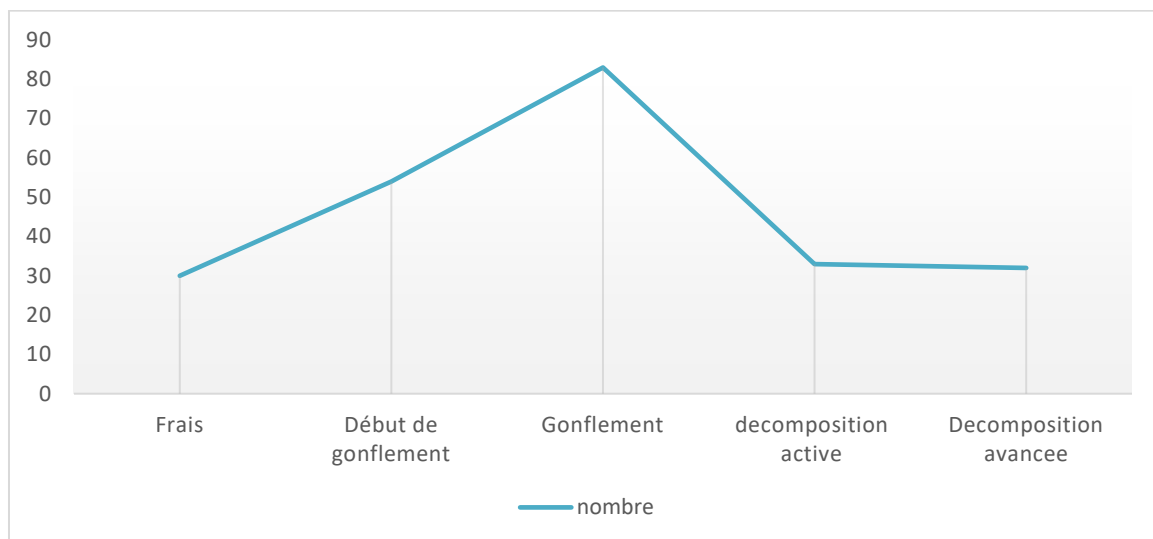


Figure (27) : Répartition des spécimens nécrophages en fonction de la décomposition des cadavres durant l'expérimentation.

La Figure 27 montre une colonisation par les Diptères nécrophages assez rapide vu la présence de pontes dès les premiers jours de décomposition. Ensuite, la quantité de pontes commence à augmenter durant le début du gonflement et atteint un pic chez les deux lapins au stade gonflé. Le passage au stade « décomposition Active » chez les cadavres se produit après 3 jours. On note une rupture de la peau causée par les larves chez les 2 lapins ce qui explique

Résultats & Discussion

l'abondance croissante de ces dernières. Nous avons enregistré une augmentation de masses larvaires, ces derniers ont atteint leur maximum d'abondance qui correspond au stade « décomposition avancée ».

3. Calcul des intervalles post-mortem IPM :

Après identification de l'espèce obtenue lors de l'élevage, nous avons cherché à estimer l'intervalle post-mortem dont son principe est de calculer la date de la ponte de chaque espèce, en prenant en considération la date d'émergence et les caractéristiques de chaque espèce. La température minimale nécessaire pour leur développement (T° seuil) est l'accumulation du degré journalières (ADJ) en mettant les paramètres précédents dans une équation mathématique développer par Marchenko en 1988.

Parmi les espèces issues des différents élevages, deux espèces : *Lucilia sericata* et *Phormia regina* ont été utilisés pour le calcul de l'intervalle post-mortem. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Résultats du calcul de l'IPM

Espèce identifiée	T° d'élevage	Seuil inférieur de croissance	Le cumule nécessaire pour le développement	Date d'émergence	Date de ponte
<i>Lucilia sericata</i>	22 .1	9°C	207°C	24-05-2022	10-05-2022
<i>Phormia regina</i>		11.4°C	148°C	23-05-2022	11-05-2022

Les résultats obtenus dans le **tableau 12** montrent les dates de la ponte pour chaque espèce. Les conditions climatiques et environnementales sont à prendre en considération afin de déduire la date de la mort. Dans notre étude on a obtenu 6 espèces qui appartiennent à la famille des *Calliphoridae* ; parmi ces espèces seulement deux espèces (02) : *Lucilia sericata* (son émergence était le 24 /05/2022) et *Phormia regina* (son émergence était le 23 /05/2022) ont des données sur leurs cycle de vie (T° seuil et ADD).

Résultats & Discussion

Tableau 13 : Estimation de la date de la ponte pour *Lucilia sericata*.

Date	Température		<i>Lucilia sericata</i>	Développement
24-05-2022	22.1		210	Date d'émergence
23-05-2022	22.12		196.9	
22-05-2022	22.17		183.78	
21-05-2022	22.1		170.61	
20-05-2022	22.54		157.51	
19-05-2022	22.13		143.97	
18-05-2022	22.27		130.84	
17-05-2022	22.54		117.57	
16-05-2022	22.09		104.03	
15-05-2022	22.14		90.94	
14-05-2022	30		77.8	Date de prélèvement + l'élevage
13-05-2022	33		56.8	
12-05-2022	35		35.8	
11-05-2022	30		11.8	
10-05-2022	24		-14.2	Date de la ponte / décès - /+24

- ***L.sericata* :**

L'émergence des adultes a eu lieu le 24-05-2022, en utilisant les températures moyennes du site et en prenant en considération la température de l'étuve où nous avons mis les larves pour élevage. Avec un cumul de 210°C qui est nécessaire pour le développement de l'insecte, de la ponte jusqu'au stade adulte en retenant un seuil minimal de 2°C au-dessous duquel l'insecte ne se développe pas (Marchenko ,2001 ; Wyss et Cherix ,2006). La valeur de (-14.2) est atteinte le 10/05/2022 ce qui correspond à la date du décès.

Résultats & Discussion

Tableau 14 : Estimation de la date de la ponte pour *Phormia régina*.

Date	Température		<i>Phormia régina</i>	Développement
23-05-2022	22.1		148	Date d'émergence
22-05-2022	22.12		137.3	
21-05-2022	22.17		126.58	
20-05-2022	22.1		115.81	
19-05-2022	22.54		105.11	
18-05-2022	22.13		93.97	
17-05-2022	22.27		83.24	
16-05-2022	22.54		72.37	
15-05-2022	22.09		61.23	
14-05-2022	30		50.54	Date de prélèvement + l'élevage
13-05-2022	33		31.94	
12-05-2022	35		10.34	
11-05-2022	30		-11.26	Date de la ponte / décès

- ***Phormia régina* :**

L'émergence des adultes a eu lieu le 23-05-2022, en utilisant les températures moyennes du site et en prenant en considération la température de l'étuve où nous avons mis les larves pour élevage. Avec un cumul de 148°C qui est nécessaire pour le développement de l'insecte de la ponte jusqu'au stade adulte en retenant un seuil minimal de 2°C au-dessous duquel l'insecte ne se développe pas (Marchenko, 2001 ; Wyss et Cherix ,2006). La valeur de -11.26 est atteinte le 10/05/2022 ce qui correspond à la date du décès.

Les résultats du calcul du délai post-mortem de *Lucilia sericata* ont indiqué que ces deux espèces ont pondu les œufs sur le cadavre le 10-05-2022, ce qui correspond à la date du sacrifice des deux lapins, par contre *Phormia régina* a pondu le 11-05-2022 après un jour de sacrifice, A partir de ces résultats on conclue que le calcul du délai post mortem par *L.sericata* donne des résultats plus précis que *Phormia régina*.

4. Discussion générale

Suite à l'expérimentation que nous avons réalisée nous avons pu distinguer 04 stades de décomposition chez les deux lapins en l'occurrence stade frais, stade gonflé, stade décomposition active, stade de décomposition avancée. Ces résultats concordent avec ceux signalés par (Tantawi, et al (1996) ; Bharti et Singh (2003) ; Taleb (2013) ;Fekiri (2014) ; Zaarouri (2015). Nous avons remarqué que les *Calliphoridae* sont les premiers visiteurs et colonisateurs des deux cadavres, suivie par les *Sarcophagidae*, *Muscidae*, et *Piophilidae*. La première différence constatée entre les deux cadavres en décomposition était dans le stade de gonflement du lapin, le lapin02 a montré un volume supérieur à celui du premier lapin, ce qui démontre des vitesses de décomposition différentes. Ce phénomène pourrait être dû au fait que le lapin 01 n'était pas exposé à une intensité de soleil importante, contrairement au lapin 02 qui recevait les rayons du soleil de la demi-journée plus intenses, comme cela peut être expliqué par la présence d'une densité végétale importante plus proche du lapin 02 que lapin 01.

4.1 Les premiers insectes visiteurs du cadavre

L'identification des espèces issues d'élevage à l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie, nous a confirmé l'observation effectuée le premier jour de pratique concernant les *Calliphoridae* en tant que premiers visiteurs et colonisateurs des cadavres car ils sont attirés par des minuscules traces de sang ce qui est bien en accord avec les travaux de Wyss(2004), Tabor et al (2004) et Benmira (2018); contrairement aux Coléoptères qui ont été capturés à partir du jour 04 jusqu'au 15ème jour (fin de l'expérimentation.) , ce qui est bien en accord avec les travaux de Wyss(2004), Tabor et al (2004) et Feikiri (2014).

Le premier élevage des larves des lapins sacrifiés a révélé que *Lucilia sericata* est le premier colonisateur, cela est compatible avec les résultats des travaux menés en Algérie par (Taleb et al ;2013) et par des scientifiques de différents pays en l'occurrence ;les travaux de Schroeder et al., 2003 de l'Allemagne, de l'Inde ; Bharti et Singh, 2003 et Sathe et al., 2013, au Portugal ; Castro, 2011, et Castro et al., 2012, en Turquie (Coban, 2009 ; Açikgoz, 2008) et en Suisse Wyss et Cherix,. La décomposition des deux lapins était sous l'influence des facteurs climatiques à savoir la Température et l'humidité relative qui étaient favorables à l'installation de la plupart des insectes d'importance forensique ceci concorde avec les recherches de (Marchenko ,2001 ; Amendt et al ., 2007 ;Wyss et Cherix ,2013). Les conditions environnementales sont un facteur important pour la détermination de la durée de

Résultats & Discussion

processus de décomposition des cadavres. En plus la présence des animaux autour du lapin 01 aurait pu influencer l'effectif des insectes colonisateurs car l'accessibilité du corps aux organismes vivants qu'ils soient mammifères (vertébrés : animaux domestiques ou sauvages ou invertébrés a une influence sur la faune cadavérique ceci concorde avec les travaux de (Ait ali said et *al*, 2016) .Il a été signalé également la présence de la combinaison inhabituelle de *L. illustris* et *L. ampullacea* selon (Fremdt et *al* 2012).

❖ Coléoptères

L'activité entomologique des coléoptères est importante durant le stade squelettique (Gunn,2006),qui sont des espèces nécrophiles prédatrices des larves de diptères (Dekeirsschieter et *al*, 2011), leur présence a été détectée dès la pourriture des cadavres, ceci peut être expliqué par l'activité larvaire élevée durant cette période , les principales familles trouvées sont les *Silphidae*, *Nitidulidae*, *Curculionidae* ,avec une présence importante des *Dermestidae* durant la décomposition avancée ,Ceci est compatible avec les résultats obtenus par Taleb(2013).

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Cette présente étude a été réalisée dans le but d'étudier la faune entomologique nécrophage associé au processus de décomposition cadavérique de deux de lapins déposés à Soumaa-Blida (milieu semi urbain), durant la période allant de la mi-mai à la fin mai 2022. Aussi, de tester la fiabilité de l'utilisation des insectes pour l'estimation de l'intervalle post mortem (IPM).

Les résultats de ce travail montrent une succession diversifiée d'insectes nécrophages visiteurs des deux cadavres. Un total de 523 spécimens réparties en 11 familles d'insectes nécrophages a été capturé. Les principaux espèces colonisateurs appartiennent à la famille des *Calliphoridae* 56 %, suivit par les *Sarcophagidae* et *Muscidae*. Seules les mouches *Calliphoridae* commencent à pondre sur les cadavres dès le stade frais. Les mêmes résultats sont obtenus par Taleb (2013), Fekiri (2014) et Zarrouri (2015) avec une prédominance des espèces *Lucilia ampullacea* et *Lucilia sericata*. La première mouche ayant colonisé les carcasses été *Lucilia sericata*, ces résultats concordent avec celle obtenus par Fekiri (2014).

En outre, les résultats de l'expertise réalisée sur les cadavres ont démontrés que la méthode de degré jours(ADJ) donne une estimation précise d'un IPM court à condition qu'elle soit appliquée sur les espèces de la première génération. Cette méthode permet donc dans les cas favorables, de dater la mort d'une personne dans une fourchette de temps souvent étroite, voir au jour près ($\pm 24h$), alors que le corps a atteint un stade de putréfaction avancée. Les données obtenues lors de cette étude fournissent des informations de base sur l'entomofaune nécrophage de la région, et vont servir de données de base à des études similaires dans différentes régions géographiques et climatologiques de l'Algérie ce qui répond à nos objectifs.

Les résultats obtenus lors de l'estimation de l'intervalle post mortem par la méthode de Marchenko démontrent l'utilité des insectes nécrophages dans la datation de la mort.

En perspectives, il serait souhaitable de faire des études plus étendues sur les insectes nécrophages et leur utilisation dans la médecine légale, en employant des méthodes plus efficaces, des types de substrats différents. Il serait aussi intéressant de mener des études expérimentales recouvrant toute l'année afin de voir s'il existe des variations dans

Conclusion

l'abondance et la diversité des insectes nécrophages durant les différentes saisons. Un inventaire des espèces les plus répandus en Algérie nous permettra d'étudier et de constituer nos propres données de températures nécessaires pour le développement des espèces trouvées sous nos latitudes, Enfin des études doivent être effectuées afin de pouvoir quantifier le temps écoulé entre le décès et la ponte.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Référence

- 1) **Abdoune A et Achour H., 2018** - Entomologie forensique et datation de la mort. Mémoire de Master Université A. MIRA – Béjaia. 42p
- 2) **Anderson, G.S. (2001)**. Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In J.H Castner and J.L Byrd, Forensic entomology-The Utility of Arthropods in Legal Investigations, CRC press, Boca Raton .143-169.
- 3) **AIT ALI SAID K.et OURRAD O,2016**, L'approche des insectes nécrophages dans la médecine légale.
- 4) **Benmira S.E.B. & Berchi S, 2018**, Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légal sur cadavre animal et activité saisonnière des Diptères Calliphoridae (Doctoral dissertation, جامعة الإخوة منتوري قسنطينة).
- 5) **Benecke M. (2001a)**. A brief history of forensic entomology. Forensic Science International 120, p. 2-14.
- 6) **Bharti M. et Singh D. 2003** - Insect faunal succession on decaying rabbit carcasses in Punjab, India. *Journal of Forensic Science*, **48**:1133–1143
- 7) **Byrd, J. H. & Castner, J. L. (2010)** Insects of forensic importance. In Forensic entomology: the utility of using arthropods in legal investigations (ed. by J.H. Castner & J.L. Byrd) CRC Boca Second Edition, Raton, FL, pp. 29-126
- 8) **Campobasso C.P., Di Vella G; Introna F, 2001**, Factors affecting decomposition and Diptera colonization. Forensic Science International. 120: 18-27.
- 9) **Campobasso, C.P. Introna, F. (2001)**. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. Forensic Science International, 120, 132-139.
- 10) **CARTER, D. O., YELLOWLEES, D. et TIBBETT, M. (2007)**. Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*, 94, 12-24.
- 11) **Catts E.P. et Haskell N.H. 1991** - Entomology and death: A procedural guide. Clemson: Joyce's Print Shop, Clemson, 182 p.
- 12) **Charabidzé D., 2008** - Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale. Thèse Doctorat, Université de Lille, 277p.

Références bibliographiques

- 13) **Charabidzé D., 2008** - Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale. Thèse Doctorat, Université de Lille, 276p.
- 14) **Charabidzé D., Hedouin V. et Gosset D. 2013** - Discontinuous foraging behavior of necrophagous *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae) larvae. *Journal of Insect Physiology*, 59:325–331.
- 15) **Dekeirsschieter J., Verheggen F. J., Frederickx C., Marlet C., Lognay G. & Haubruge E., 2012b**, Comment les insectes communiquent-ils au sein de l'"écosystème-cadavre"?
- 16) **Dent D.R; Walton M.P, 1997**, *Methods in ecological and agricultural entomology*. CAB International, Wallingford, 384 p.
- 17) **FEKIRI.2014**- Identification et étude de la succession des Diptères nécrophages sur deux Cadavres de sangliers *Sus scrofa* (Linnaeus, 1815) manipulés dans la station vétérinaire de l'université de Blida. 15-19p.
- 18) *Forensic Science International*. 149: 57-65.ime. Presses Polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne, 317 p.
- 19) **Frederick C, Dekeirsschieter J, François J. V, Haubruge E., 2011**-L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. *Faunistic Entomology*. 63 (4) 237-249.
- 20) **Gaudry E., Dourel L., Chauvet B., Vincent B & Pasquerault T, 2007**, L'entomologie légale: Lorsque insecte rime avec indice. *Revue Francophone des Laboratoires* 392, p. 23-32
- 21) **Gennard D.E. (2007)**. *Forensic Entomology: an Introduction*. Ltd John Wiley & Sons, 224 p.
- 22) **Guilhou J.J., Teot L. & Dereure O. (2003)**. *Plaies et cicatrifications: La luciliathérapie*. Société Française et Francophone des Plaies et Cicatrifications, Montpellier: Université Montpellier I.
- 23) **Huchet J.B, 2017**, Des mouches, des morts, des offrandes : Archéoentomologie de tombes mochicas de la pyramide de la Lune, Pérou. *Recherches amérindiennes au Québec*, 47(2-3), pp.23-34. Lille, pp.277

Références bibliographiques

- 24) **Marchenko, M.I. (2001)**. Medico-legal relevance of cadaver entomofauna for the determination of time of death. *Forensic Science international*.120 :89-109.
- 25) **Martrille, L., Perrin, A., &Py, B. (2019)**. Impact de la Loi no 2019-222 du 23 mars 2019 de programmation 2018–2022 et de réforme pour la justice sur l’office du médecin légiste. *Médecine & Droit*.
- 26) **Márquez-Grant N. et Roberts J. 2012** - Forensic ecology handbook: From crime scene to court. Wiley-Blackwell, Chichester, 272 p.
- 27) **Masselin P, 1993**, Entomologie et médecine légale. *Rev. Fr. Des Lab*, 256, pp.19-23.
- 28) **Matuszewski,S., B ajerlein, D.(2008)**.An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe.*Forensic Science International*,180,2-3:61-9.
- 29) **Megnin J.P, 1894**, La Faune des Cadavres, Application de l'Entomologie à la Médecine Légale. Paris:Encyclopédie Science, 224 p
- 30) **MoTTEFLORAC,Elisabeth.2012**.Entomologiemedicale,enthonentomologie,entomothérapie... in MOTHE-FLORAC,Elisabeth(dir.),Les insectes et la santé .Entre nuisances et puissance thérapeutique.Niort,Mairie,p 19.
- 31) **Nigam Y., Bexfield A., Thomas S. &Ratcliffe N.A. (2006)**. Maggot therapy: The science and implication for CAM - Part II - Maggots combat infection. *Evidence-BasedComplementary and Alternative Medicine* 3(3), p. 303-308.
- 32) **Swift B, 2006**, The timing of death. In G.N. Rutty (éd.), *Essentials of Autopsy practice*, p. 189-214.Springer, London.
- 33) **Tabor K.L., Brewster C.C & Fell R.D, 2004**, Analysis of the successional patterns of insects on carrion in Southwest Virginia. *Journal of MedicalEntomology*, 41:785-795.
- 34) **Tantawi T.I., El-Kady E.M., Greenberg B. et El-Ghaffar H.A. 1996** - Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*,33:566-580.

Références bibliographiques

- 35) **Taleb ,M.(2013)** inventaire et variations saisonnières des insectes nécrophages au nord de L'ALGERIE et perspectives de leur utilisation en entomologie medico-legale.Universite de Blida 1.
- 36) **Turchetto, M., Vanin, S. (2004).**Forensic entomology and climatic change. Forensic Science international 146S:S207-S209
- 37) **Wyss C &Cherix D, 2006**,Traité d'Entomologie Forensique: Les insectes sur la scène de crime Arnaldos M.I., Garcia M.D., Romera E., Presa J.J. & Luna A, 2005, Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence
- 38) **Wyss C &Cherix D, 2006**, Traité d'Entomologie Forensique: Les insectes sur la scène de crime. Presses Polytechniques et Universitaires romandes,Lausanne, 317 p.
- 39) **Wyss, C.et Cherix, D. (2006).**Traité d'entomologie forensique: les insectes sur la scène de crime. Presses Polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne, 51p.
- 40) **Zarroui,R.(2015).**L'estimation de l'intervalle post Mortem par l'utilisation des dipteres nécrophages (Calliphoridae).Mémoire de Master Université Blida 1 ,66-68p.
- 41) <http://www.dsp-blida.dz>

Annexes

Annexes

Annexe 1 :

Résultat d'identification des spécimens capturés par les différentes techniques de piégeages sur les deux lapins.

Etat de du cadavre	Date de prélèvement	Heure du prélèvement	Tempé rature ambian te °C	Hu midi té relat ive %	Identification			Nombre d'individus	
					Ordre	Famille	Espèce	Lapi n 01	Lapi n 02
Frais	10/05/ 2022	9 :00	22	47	Diptè res	Calliph oridae	Lucilia sericata	00	02
		13 :00	23	46			Lucilia sericata	00	06
		15 :00	24	45			Lucilia sericata	00	05
	11/05/ 2022	9 :00	30	35	Diptè res	Calliph oeridae	Lucilia sericata	06	06
		13 :00	32	33			Lucilia illustris	02	03
							Lucilia sericata	09	08
							Lucilia sericata	02	04
	15 :00	34	33	Lucilia sericata	02	04			
Début de gonflem ent	12/05/ 2022	9 :00	32	27	Diptè res	Calliph oridae	Lucilia caesar	02	04
						Calliph oridae	Lucilia illustris	03	03
							Phormia régina	05	06
		13 :00	33	25	Diptè res	Calliph oridae	Lucilia ampullacea	04	05
							Lucilia silvarum	10	11
							Lucilia illustris	05	08
	Sarcoph agidae	Sarcophaga sp	02	03					
	Calliph	Lucilia	02	03					

Annexes

		15 :00	35	26	Diptèr es	oridae	ampullacea		
						Calliph oridae	Lucilia silvarum	01	04
						Muscid ae	Musca sp	02	02
						Calliph oridae	Lucilia illustris	07	09
							Lucilia ampullacea	04	04
Piophili dae	Stearibia nigriceps	07	08						
	13/05/ 2022	9 :00	33	27	Diptèr es	Calliph oridae	Lucilia ampullacea	04	04
						Sarcoph agidae	Sarcophaga sp	01	01
					Coléo ptères	Histerid ae	Saprinus lugens	04	05
		15.00	32.5	27	Diptèr es	Sarcoph agidae	Sarcophaga sp	01	01
						Muscid ae	Musca sp	02	02
					Coléo ptères	Silphid ae	Thanatophil us rugosus	04	05
Gonfle ment	14/05/ 2022	9 :00	27	28	Diptèr es	Calliph oridae	Lucilia silvarum	04	04
							Lucilia sericata	01	01
							Lucilia ampullacea	47	52
						Sarcoph agidae	Sarcophaga sp	03	03
						Muscid ae	Muscasp	02	02
		15.00	32.2	20	Diptèr es	Calliph oridae	Lucilia ampullacea	05	05
						Sarcoph	Wohlfahrtia nuba(specie	03	04

Annexes

						agidae	s group)			
						Coléoptères	Silphidae	Thanatophilus rugosus	02	02
Actif	16/05/2022	9.00	30	25	Coléoptères	Silphidae	Thanatophilus rugosus	06	07	
						Muscidae	Musca sp	02	05	
		15.00	32	21	Diptères	Silphidae	Thanatophilus rugosus	01	02	
							Thanatophilus sinuatus	03	04	
				Diptères	Dermestidae	Dermestes undulatus	02	03		
	18/05/2022	9.00	29	26	Coléoptères	Dermestidae	Dermestes frischii	03	04	
						Staphylinidae	Ontholestes cingulatus	01	02	
						Silphidae	Thanatophilus dispar	01	02	
		Thanatophilus sinuatus	02	02						
					Histeridae	Saprinus semistriatus	03	05		
		15.00	33	21	Coléoptères	Dermestidae	Dermestes frischii	02	02	
	Geotrupidae					Anoplotrupes sterosus	02	02		
	Dermestidae					Dermestes frischii	01	02		
	Staphylinidae					Philonthus cyanipennis	01	02		
Nitidulidae	Nitidula carnaria					02	03			
Curculionidae	Sp					01	02			

Annexes

Squelette Décomposition avancée	22 /06/ 2022	9 :00	30	23	Coléo ptères	Dermes tidae	Dermestes frischi	02	03
						Curculi onidae	Sp	02	03
						Siphilid ae	Thanatophil us sp	01	02
						Geotrup idae	Anoplotrup es sterosus	01	01
						Staphyl inidae	Philonthus cyanipennis	01	02
						Nitiduli dae	Nitidula carnaria	02	02
	15.00	33.2	22	Coléo ptères	Dermes tidae	Dermestes frischi	02	03	
					Curculi onidae	Sp	01	02	
					Siphilid ae	Thanatophil us sp	02	02	
					Geotrup idae	Anoplotrup es sterosus	01	01	
					Staphyl inidae	Philonthus cyanipennis	00	01	
					Nitiduli dae	Nitidula carnaria	01	03	
	24/05/ 2022	9.00	30	25	Coléo ptères	Dermes tidae	Dermestes frischi	02	02
						Curculi onidae	Sp	01	02
						Siphilid ae	Thanatophil us sp	01	01
						Geotrup idae	Anoplotrup es sterosus	01	01
						Staphyl inidae	Philonthus cyanipennis	00	01
						Nitiduli dae	Nitidula carnaria	02	03
15.00		33.4	23	Coléo ptères	Dermes tidae	Dermestes frischi	02	03	
					Curculi onidae	Sp	02	03	
					Siphilid ae	Thanatophil us sp	02	02	
					Geotrup idae	Anoplotrup es sterosus	01	01	
					Staphyl inidae	Philonthus cyanipennis	0	1	
					Nitiduli dae	Nitidulacar naria	2	2	

Annexe 2 :

1. Matériel utilisé

A. Equipements



1. **Stéréo-microscope Zeiss Stemi 2000-C avec caméra** : Capacité de grossissement jusqu'à 500 fois avec caméra de haute définition (HD, 5 méga pixel) utilisée pour l'identification des insectes (adultes et immatures).



2. **Enceinte climatique à température et humidité contrôlée (Salle de macération)** : Une chambre utilisée pour l'incubation réglée à 22°C - à Humidité relative de 70%.



Annexes

3. Balance électronique : Utilisée pour peser les lapins, chaque lapin a été pesé individuellement



4. Thermo hygromètre.

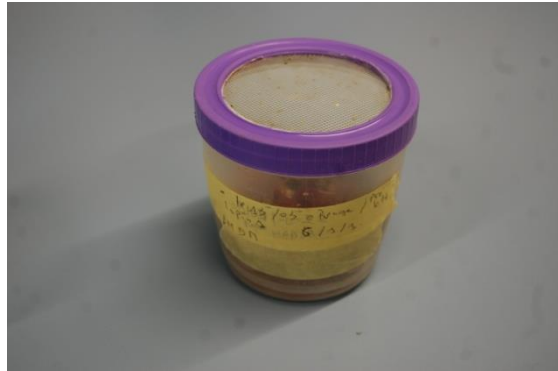


Cages : Pour la protection des cadavres des prédateurs.

B. Instruments



1. Pincettes : Les pincettes ont été utilisées pour la récolte des larves, des pupes et des adultes, ainsi lors de l'identification.



1. **Boîtes d'élevage des insectes** : Boîtes en plastique transparent, protégées par un filet scellé permettant une bonne aération et empêchant les insectes de sortir.

C. Consommable

1. **Boîte de pétri** : Pour différents usages.



2. **Gants « nitrile » jetables.**



- 3. Désinfectant + Papier essuie tout :** utiliser pour nettoyer et désinfecter la surface de travail.



- 4. Bouteille de CO2**



Lapin n°:

- Date de prélèvement :
- l'heure de prélèvement :
- l'état du cadavre :
- Nombre d'insectes et de larves prélevées:

5. Étiquetage des tubes

Annexe 3 :

Critères d'identification des espèces

➤ Calliphoridae :

➤ *Lucilia sericata*

- Stem-vein sans soies sur la surface dorsale
- palpus jaune
- basicosta jaunâtre

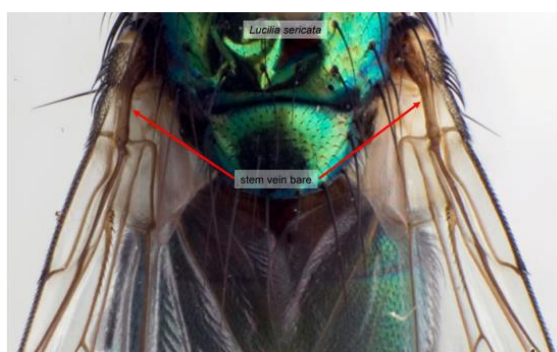


Figure 1 : *Lucilia sericata*

Annexes

➤ *Lucilia ampullacea*

- Calypters blancs à brun clair, avec du blanc au moins le long du calypter supérieur
- Tibia des jambes noires



Figure 2: *Lucilia ampullacea*

➤ *Lucilia illustris*

- Basicosta brun foncé ou noir
- Scléritesous-costal (sur le côté ventral de l'aile) à poils noirs denses
- Deux paires de poils acrostiches post suturale



Figure 3 : *Lucilia illustris*

➤ *Lucilia silvarum*

- Trois paires de soies acrostiches sur la zone post sutural du thoraxpalpus sombre marron ou noir.



Annexes

➤ **Figure0 3 : *Lucilia silvarum***

Annexe 04 : Estimation de la date de la ponte pour *Phormia régina*

<i>espece</i>	<i>Phormia régina</i>
<i>t seuil</i>	<i>11.4</i>
<i>ADD</i>	<i>148</i>

Tableau représente la date d'émergence de l'espèce *Phormia régina* :

	Jour	T moyenne j	t seuil	TMJ-Tsuil	ADD
1 ^{er} émergence	23-05-2022	22.1	11.4	10.7	148
	22-05-2022	22.12	11.4	10.72	137.3
	21-05-2022	22.17	11.4	10.77	126.58
	20-05-2022	22.1	11.4	10.7	115.81
	19-05-2022	22.54	11.4	11.14	105.11
	18-05-2022	22.13	11.4	10.73	93.97
	17-05-2022	22.27	11.4	10.87	83.24
	16-05-2022	22.54	11.4	11.14	72.37
	15-05-2022	22.09	11.4	10.69	61.23
date de prélèvement + date d'élevage	14-05-2022	30	11.4	18.6	50.54
	13-05-2022	33	11.4	21.6	31.94
	12-05-2022	35	11.4	21.6	10.34
date de la ponte	11-05-2022	30	11.4	23.6	-11.26

Annexes

Annexe 05 : Estimation de la date de la ponte pour *Lucilia sericata*.

	<i>Lucilia sericata</i>
<i>t seuil</i>	9
<i>ADD</i>	210

	jour	T moyenne j	t seuil	TMJ-Tsuil	ADD
1 ^{er} émergence	24-05-2022	22.1	9	13.1	210
	23-05-2022	22.12	9	13.12	196.9
	22-05-2022	22.17	9	13.17	183.78
	21-05-2022	22.1	9	13.1	170.61
	20-05-2022	22.54	9	13.54	157.51
	19-05-2022	22.13	9	13.13	143.97
	18-05-2022	22.27	9	13.27	130.84
	17-05-2022	22.54	9	13.54	117.57
	16-05-2022	22.09	9	13.09	104.03
	15-05-2022	22.14	9	13.14	90.94
date de prélèvement + date d'élevage	14-05-2022	30	9	21	77.8
	13-05-2022	33	9	21	56.8
	12-05-2022	35	9	24	35.8
	11-05-2022	30	9	26	11.8
date de la ponte	10-05-2022	24	9	21	-14.2

Tableau représente la date d'émergence de l'espèce *Lucilia sericata*