

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLEBDE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES



## Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en  
SCIENCE BIOLOGIQUE  
OPTION: ENTOMOLOGIE MEDICALE

PAR  
**IZRARENE Zahia**  
**MERROUCHE Fatiha**

Thème

# *CYCLE DE DEVELOPPEMENT DE DEUX DIPTERES NECROPHAGES : CALLIPHORA VICINA ET LUCILIA SERICATA (CALLIPHORIDAE)*

Soutenu: 18/09/2016

Devant le jury composé de:

M <sup>me</sup> Makhlouf. C	M.A.B	U.Blida 1	Présidente
M <sup>me</sup> Tail. G	M.C.A	U. Blida 1	Examinatrice
M <sup>me</sup> Kara Toumi F-Z	Professeur	U.Blida 1	Promotrice
Mr Toumi M.	Laboratoire d'Entomologie à INCC-GN		Co-promoteur

Année universitaire 2015- 2016

### *Remerciements*

Tout d'abord nous remercions Dieu, tout puissant pour la volonté, l'opportunité et la patience qu'il nous a données afin de mener ce travail.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre gratitude à notre promotrice **Madame Kara Toumi Fatma zohra**, nous la remercions de nous avoir encadrés, ainsi que pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous voudrions exprimer nos remerciements les plus sincères à Madame **Tail Ghania** notre chef de département et chef d'option d'entomologie médicale, déjà pour nous avoir accepté dans son option et qui nous a soutenu et encouragé depuis le début de notre cursus.

Notre travail a été effectué au niveau de l'institut national de criminologie et de criminalistique de Bouchaoui, nous tenons 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.

Nous adressons nos remerciements tout particuliers à monsieur **Toumi Moussa** expert et chef du laboratoire d'entomologie médicaux légale au niveau de l'INCC-GN de nous avoir encadré, ainsi que pour sa disponibilité, sa gentillesse, sa modestie, merci infiniment.

Un grand merci à toutes les personnes travaillant au laboratoire d'entomologie médicaux légale de nous avoir bien accueillies au sein de leur équipe en particulier à monsieur **Djedwani Ibrahim**, un immense merci à vous pour tous vos conseils et pour le temps que vous nous aviez accordé.

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers les amis et collègues qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre démarche.

*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, abdelkader, et Bahri Fatima.

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 binôme Izrarene Zahia pour leur support et leur aide inestimables.

A mes chers et adorable frère :Abd elrazzak et Bouealam.

A mes très chers sœurs :Akila, Yasmina, Houria, Zahra, Khadidja et Meriem.

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

A mon fiancéali Ghilassene Ali, merci pour ton soutien, ton encouragement et tes conseils.

A tout membre de ma famille petit et grand.

A toute mes amies :Meriem, Alia, Sabrina, Imen, Nawel, Ahlem, Khawla et Chiraze.

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

A toutes les personnes qui ont participées a l'élaboration de ce travail, a tous ceux que j'ai omis de citer.

FATIHA

*Dédicace*

Tous d'abord, je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage et la patience pour accomplir ce travail.

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier:

A mon cher père qui m'a soutenue et encouragée toute au long de mon parcours ces conseils non étaient d'un grand secours.

A ma chère mère qui m'a apporté beaucoup d'amour et d'affection, je la remercie de sa présence dans les meilleurs moments comme les mauvais.

Que dieu leur accorde une longue vie.

A mes frères et sœurs : Aissa, Mohamed, Farid, Djamila, Smail, Nabila et Mourad je les remercie du plus profond de mon Cœur pour leurs soutiens et leurs patience.

A tous mes amis et en particulier: mon binôme Fatiha pour son soutien et sa souplesse, Elalia, Sabrina, Iméne, Meriem, Radia, Nadia, Rachida, Nawal, Smail, Kamel, Nassim. A toute la promotion de la 2<sup>ème</sup> Master, ainsi que tous les étudiants de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

En fin à toutes les personnes que je n'ai pas cités mais que je les aime.

Zahia

Liste des tableaux

<b>Tableaux 1 :</b>	Les somme de température (en °C) selon les espèces les plus courants	8
<b>Tableaux 2 :</b>	Nombre total et pourcentage des individus des espèces capturés	29
<b>Tableaux 3 :</b>	Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C	31
<b>Tableaux 4 :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>Caliphora vicina</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	31
<b>Tableaux 4a :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>Caliphora vicina</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	Annex II
<b>Tableaux 5 :</b>	Somme des T°C cumulée à partir du jour d'émergence de <i>Calliphora vicina</i> à T°24	32
<b>Tableaux 6 :</b>	Somme des températures horaires de cycle complet de <i>C,vicina</i> à 24 C°	Annex III
<b>Tableaux 7 :</b>	Estimation du sexe ratio des individus de <i>C, vicina</i> issue d'un élevage à 24°C	34
<b>Tableaux 8 :</b>	Nombre de pupe et d'adulte émergé de l'élevage de <i>C. vicina</i> à T 24C°	35
<b>Tableaux 9 :</b>	Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C	36
<b>Tableaux 10 :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>Caliphora vicina</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	36
<b>Tableaux 10a :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>Caliphora vicina</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	Annex II
<b>Tableaux 11 :</b>	Somme des T°C cumulée à partir du jour d'émergence de <i>Caliphora vicina</i> à 27°C	37
<b>Tableaux 12 :</b>	Somme des température horaire de cycle complet de <i>C,vicina</i> et <i>L, sericata</i> à 27 C°	Annex III
<b>Tableaux 13 :</b>	Estimation du sexe ratio des individue de <i>Caliphora vicina</i> à 27°C	39
<b>Tableaux 14 :</b>	Nombre de pupe et d'adulte émergé de l'élevage de <i>C. vicina</i> à T 24C°	40
<b>Tableaux 15 :</b>	Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C	41
<b>Tableaux 16 :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L, sericata</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	42
<b>Tableaux 16a :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L, sericata</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	Annex II
<b>Tableaux 17 :</b>	Somme des T°C cumulée à partir du jour d'émergence de <i>L, sericata</i> à 24°C	43
<b>Tableaux 18 :</b>	Somme des température horaire de cycle complet de <i>L,sericata</i> à 24 C°	Annex III
<b>Tableaux 19 :</b>	Estimation du sexe ratio des individue de <i>L, sericata</i> à 24°C	45
<b>Tableaux 20 :</b>	Nombre de pupe et d'adulte émergé dans Les trois boites d'élevage à 24°C	46
<b>Tableaux 21 :</b>	Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C	47
<b>Tableaux 22 :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L, sericata</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	47
<b>Tableaux 22a :</b>	Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L, sericata</i> en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %)	Annex II
<b>Tableaux 23 :</b>	Somme des T°C cumulée à partir du jour d'émergence de <i>L, sericata</i> à 27°C	48
<b>Tableaux 24 :</b>	Somme des température horaire de cycle complet de <i>L, sericata</i> à 27 C°	Annex III
<b>Tableaux 25 :</b>	Estimation du sexe ratio pour l'élevage 2 de <i>L, sericata</i> à température 27C°	50
<b>Tableaux 26 :</b>	Nombre d'émergence de pupe et d'adultes dans l'élevage de <i>L,Siricata</i> à 27°C	51



Listes des figures

<b>Figure 1 :</b>	Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre	4
<b>Figure 2 :</b>	Les Possibilité de datation d'un cadavre (IPM) en médecin légale Et en entomologie forensique	7
<b>Figure 3 :</b>	Espèce de <i>Calliphora vomitoria</i> Linnaeu	10
<b>Figure 4 :</b>	<i>Lucilia Sericata</i>	10
<b>Figure 5 :</b>	Dermestidae	10
<b>Figure 6 :</b>	piophilidae	10
<b>Figure 7 :</b>	Histidae	10
<b>Figure 8 :</b>	Acarien	11
<b>Figure 9 :</b>	Tineidae	11
<b>Figure 10 :</b>	Ptinidae	11
<b>Figure 11 :</b>	Morphologie générale d'un diptère cas d'une mouche	13
<b>Figure 12 :</b>	Pontes en grappes d'œufs de diptère nécrophage	18
<b>Figure 13 :</b>	Masse de larve de diptères nécrophages de différents stades (stade II et III)	18
<b>Figure 14 :</b>	Enveloppes pupales	19
<b>Figure 15 :</b>	cycle de développement des diptères nécrophages	20
<b>Figure 16 :</b>	Temps total de développement de <i>Lucilia sericata</i> (de l'œuf à l'imago) en fonction de la température	21
<b>Figure 17 :</b>	Institue national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie nationale (INCC-GN)	Annexe I
<b>Figure 18 :</b>	L'enceinte climatique (original)	23
<b>Figure 19 :</b>	Steréomicroscope	24
<b>Figure 20 :</b>	Balance électrique	24
<b>Figure 21 :</b>	bouteilles appâtés	25
<b>Figure 22 :</b>	Bouteilles appâtés dans une cage métallique	25
<b>Figure 23 :</b>	Boite d'élevage en plastique mesure (40x17x20 cm)	26
<b>Figure 24 :</b>	Boite (mesure 25x11x15 cm)	26
<b>Figure 25 :</b>	<i>Lucilia sericata</i> aux moment de la ponte	26
<b>Figure 26 :</b>	matérielle de séparation des œufs	27
<b>Figure 27 :</b>	Les œufs séparés	27
<b>Figure 28 :</b>	Boite d'élevage prépare	27
<b>Figure 29 :</b>	les boite d'élevage à l'intérieure de l'enceinte climatique	28
<b>Figure 30 :</b>	Pupe	Annexe I
<b>Figure 31 :</b>	l'émergence d'un adulte	Annexe I
<b>Figure 32 :</b>	Dimorphisme sexuel retrouvé chez la plupart des mouches d'importance Forensique	29
<b>Figure 33 :</b>	<i>Calliphora vicina</i> (Diptera : Calliphoridae)	30
<b>Figure 34 :</b>	<i>Lucilia Caliphora Vicina sericata</i> (Diptera : Calliphoridae)	30
<b>Figure 35 :</b>	Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus à 24C°	33
<b>Figure 36 :</b>	Somme des températures horaires du cycle complet des individus de <i>C.vicina</i> en conditions contrôlées (T : 24C°)	33
<b>Figure 37 :</b>	Presentation graphique du sexe ratio des individus de <i>Calliphora Vicina</i> _issue d'un élevage à 24°C	34
<b>Figure 38 :</b>	Présentation graphique de mortalité dans les 3 boites, D élevage de <i>Caliphora vicina</i> à 24 C°	35
<b>Figure 39 :</b>	Constante de chaleur atteint à partir du jour d'émergence des individus à 27C°	38

<b>Figure 40 :</b>	Somme des températures horaires du cycle complet de <i>Calliphora vicina</i> 27C°	38
<b>Figure 41 :</b>	somme des température horaire du cycle complet de <i>C.vicina</i> à 24 et 27 C°	Annexe IV
<b>Figure 42 :</b>	Présentation graphique du sex-ratio des individus éclos dans les 3 boites, élevage à 27C° pour	39
<b>Figure 43 :</b>	Présentation graphique de mortalité dans les 3 boites, élevage à 27C° pour <i>Calliphora Vicina</i>	40
<b>Figure 44 :</b>	relation entre la température et la mortalité dans la phase œuf-pupe	Annexe IV
<b>Figure 45 :</b>	relation entre la température et la mortalité dans la phase pupe-adulte	Annexe IV
<b>Figure 46 :</b>	Constante de chaleur atteint à partir du jour d'émergence des individus 24C°	44
<b>Figure 47 :</b>	Somme des températures horaires du cycle complet 24C°	44
<b>Figure 48 :</b>	Présentation graphique du sex-ratio des individus éclos dans les 3 boites, élevage à 24 C° pour <i>Lucilia sericata</i>	45
<b>Figure 49 :</b>	Présentation graphique de mortalité dans les 3 boites, élevage à 24 C° pour <i>Lucilia sericata</i>	46
<b>Figure 50 :</b>	Constante de chaleur atteint à partir du jour d'émergence des individus à 27C	49
<b>Figure 51 :</b>	somme des températures horaires du cycle complet 27C°	49
<b>Figure 52 :</b>	somme des températures horaires de <i>L.sericata</i> à 24 et 27 C°	Annexe IV
<b>Figure 53 :</b>	Présentation graphique du sex-ratio des individus éclos dans les 3 boites, élevage à 27C° pour <i>Lusilia sericata</i>	50
<b>Figure 54 :</b>	Présentation graphique de mortalité dans les 3 boites, élevage à 27C° pour <i>Lusilia sericata</i>	51
<b>Figure 55 :</b>	relation entre la température et la mortalité dans la phase œuf-pupe	Annexe IV
<b>Figure 56 :</b>	relation entre la température et la mortalité dans la phase pupe-adulte	Annexe IV
<b>Figure 57 :</b>	suivi de développement des deux espèces <i>C,vicina</i> et <i>L,sericata</i> à 24 et 27 C°	Annexe IV
<b>Figure 58 :</b>	<i>Nasonia vitripennis</i> sortant d'une pupe	Annexe IV

## **GLOSSAIRE**

**Criminalistique** : Ensemble des techniques mises en œuvre par la justice et les forces de police et de gendarmerie pour établir la preuve du crime et identifier son auteur (anthropométrie, médecine légale, toxicologie, etc.).

**Forensique** : (de l'anglais forensic) ; terme désignant les sciences qui ont pour objectif d'apporter des preuves pour la justice.

**Intervalle post-mortem** : le temps écoulé depuis la mort.

**La phase pré-pupale** : la phase avant d'entrer dans la pupaison.

**Nécrophile** : insecte prédateur se nourrissant de cadavre.

**Nématocère** : Nematocera, est un sous-ordre d'insectes Diptère, dont les antennes sont généralement en forme de fil.

**Omnivore** : être vivant se nourrissant de viande et de végétaux.

**Opportuniste** : organisme qui profite d'une occasion favorisant sa prolifération.

**Ovipares** : animale qui pond des œufs.

**Oviposition** : Action de déposer des œufs dans le milieu le plus adéquat pour permettre une éclosion optimale.

**Oviscapte** : l'oviscapte ou ovipositeur est l'appendice abdominal, généralement long et effilé, à l'aide duquel de nombreuses femelles d'insectes déposent leurs œufs dans les endroits les plus favorables à leur incubation.

**Poïkilothermes** : ou à « sang froid » ou pœcilotherme sont des animaux ayant une température corporelle qui varie avec celle de leur milieu ( $\neq$  homéothermes).

**Pupaison** : Transformation d'une larve en nymphe, ou d'une nymphe en adulte à l'intérieur d'une pupe et le temps pendant lequel cette transformation s'effectue.

**Pupe** : phase intermédiaire entre le dernier stade larvaire et l'imago (adulte). Elle se compose d'une enveloppe rigide, le puparium, à l'intérieur duquel la larve va se métamorphoser

**Putréfaction** : décomposition de matières organiques par des bactéries et des champignons.

**Liste des abréviations**

**ADD** : Accumulated Degree Days.

**ADH** : Accumulated Degree Hours.

**AND**: Acide désoxyribonucléique.

**C** : constants

**C. vicina** : Calliphora vicina.

**cm** : centimètre.

**et al.** : et alii (et les autres personnes)

**etc.** : et cetera.

**IPM** : Intervalle post-mortem.

**INCC – GN** : Institut national de criminologie et de criminalistique de la gendarmerie nationale

**L. Sericata** : Lucilia Sericata .

### Résumé

Lorsque la mort remonte à plus de 72 heures, les méthodes médicales ne sont plus applicables, seuls les insectes peuvent aider à estimer la date du décès. La présence d'une base de données sur la biologie, l'écologie et le cycle de développement de ces espèces en Algérie, est nécessaire à l'expertise entomologique. L'objectif le plus courant d'une expertise en entomologie médico-légale est l'estimation de la date du décès. Traditionnellement le calcul des degrés-jours accumulés ou heure (ADD ou ADH) implique le concept d'existence d'un seuil minimum de température au-dessous duquel le développement cesse.

Pour cela, et pour la 1<sup>re</sup> fois en Algérie nous nous sommes intéressés à étudier le cycle de développement des principaux insectes nécrophage élevée en conditions contrôlées sur des abats de volailles particulièrement le foie dans la région de bouchaoui d'une part et l'impact des variations thermique ainsi que l'influence de la température sur leur développement.

Notre étude a été réalisée au laboratoire d'entomologie du département de médecine légale, à l'institut national de criminalistiques et de criminologie de la gendarmerie nationale (INCC – GN). Les dispositifs expérimentaux ont été protégés par une cage métallique. Des adultes ont été collectés. Le calcul des degrés-jours cumulés ou heure (ADD ou ADH) a été effectué. Le sex-ratio et la mortalité ont été aussi calculés.

Un total de cent six (106) individus capturés appartenant à 3 ordres et 4 familles. Au total 6 espèces ont été identifiées. Les familles des diptères les plus représentatives étaient les *Calliphoridae* (75.01%). D'une façon générale, les Diptères étaient les premiers arrivés, l'espèce la plus abondante était *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) suivie par *Lucilia siricata*. Les calculs des degrés-jours cumulés ou heures (ADD ou ADH) ont donné des résultats proches à ceux obtenus par marchenko (2001).

**Mots clés :** Entomologie médico-légale, foie de volaille, insecte nécrophage, intervalle poste mortem.

## *Abstract*

---

### **Abstract:**

When death was more than 72 hours, medical methods are no longer applicable and only insects can help estimate the time of death. The presence of a database of these species, we do not have in Algeria, is necessary to the application of scavengers insects entomological expertise. The most common objective expertise in forensic entomology is estimating the time of death.

Traditionally the calculation of accumulated degree days or hours (ADD or ADH) involves the concept of a minimum threshold temperature below which development ceases.

For this, and for the first time in Algeria we sum interested in studying the development cycle of the main scavenger insect fauna associated with both poultry that have been arranged in the Bouchaoui region and the influence of temperature on development.

Our study was conducted at Entomological Laboratory Medicine Department Legal, has the National Institute of Forensic and Criminology from the Force National (NCIC - GN). Experimental devices were protected by a cage metallic. Adults were collected. Calculating accumulated degree days or hours (ADD or ADH) was effected. The sex ratio and mortality were also calculated.

A total of one hundred and six (106) captured individuals belonging to 3 orders and 4 families. In total six species were identified. Families of the most representative were the Diptera Calliphoridae (75.01%). Generally, Diptéra were the first arrivals, the most abundant species was *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) followed by *Lucilia siricata*. The calculation of accumulated degree-days or hours (ADD or ADH) gave similar results to those obtained by Marchenko (2001).

**Keywords:** forensic entomology, Poultry times, insect scavenger, post-mortem interval

### المخلص

إذا مر على الموت أكثر من 72 ساعة، الأساليب الطبية تصبح غير قابلة للتطبيق ولا تتبع، الحشرات فقط يمكن أن تساعد في تقدير وقت الوفاة. وجود قاعدة بيانات لهذه الأنواع، والتي لا نملكها في الجزائر ضروري في تنفيذ الحشرات الأكلة للجثث في الخبرة الحشرية. الهدف الأكثر شيوعا في علم الحشرات في الطب الشرعي هو تقدير زمن الوفاة.

تقليديا حساب درجات المتراكمة للأيام أو الساعات (ADD أو ADH) ينطوي على مفهوم الحد الأدنى من درجة حرارة العتبة اين يتوقف التطور.

لهذا، وللمرة الأولى في الجزائر قمنا بدراسة مختصرة حول دورة تطوير أهم الحشرات المحبة للجثث المرتبطة بكلا الدواجن ألتتي قمنا بوضعها و هذا في منطقة بوشاوي ، وتأثير درجة الحرارة على التنمية.

دراستنا أجريت في مخبر علم الحشرات قسم الطب الشرعي القانوني، في المعهد الوطني لعلم الجريمة و قضايا الإجرام من قوة الوطنية (NCIC - GN). الأجهزة التجريبية كانت محمية من قبل قفص معدني. بالغين تم جمعهم. حساب درجات المتراكمة للأيام أو ساعات (ADD أو ADH) قد تم تنفيذه. نسبة الجنس والوفيات حسبت ايضا.

ما مجموعه مائة وستة (106) معتقل الأفراد المنتمين إلى 3 أوامر و 4 أسرة. في مجموع ستة أنواع وهل الاستحسان. أسر ذوات الجناحين ممثل معظم بنسبة (75.01%). بصفة عامة، ذوات الجناحين الوافدين الأولى، والأنواع الأكثر وفرة كان كالفوغا فيسينا (روبينو-1830 Desvoidy) تليه لوسيليا سيغكاتا. حساب درجة المتراكمة للأيام أو ساعات (ADD أو ADH) أعطى نتائج مماثلة لتلك التي حصل عليها مارشنيكو (2001)

**الكلمات المفتاحية: علم الحشرات الطبية. حشرة. كبد الدجاج. تاريخ الوفاة**

### Introduction

Lors de la découverte d'un cadavre humain, les enquêteurs judiciaires ont besoin de déterminer précisément la date et l'heure du décès. Grâce à l'étude des caractéristiques du corps et de son état de décomposition, la médecine légale peut généralement fournir cette information. Ainsi, la présence de rigidités cadavériques, l'étude des lividités ou la mesure de la température rectale sont autant de méthodes permettant d'estimer précisément l'heure du décès. Cependant, ces techniques ne sont efficaces que durant une courte période : passés quelques jours après le décès, (Damien CHARABIDZE, 2008).

Au-delà de trois jours, il est impossible de dater un corps par les méthodes médicales classiques. Dans ce cas, seuls ces insectes peuvent nous aider à estimer la date du décès (Gennard, 2012 ; Roberts et Marquez-Grant, 2012 ; Taleb et al., 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

La réalisation d'une expertise est un processus délicat. Elle nécessite une parfaite connaissance de la biologie et de l'écologie des insectes et des caractéristiques de l'environnement durant leur développement. La première étape consiste à prélever sur le corps un échantillon représentatif de l'entomofaune, puis à identifier les espèces récoltées et leurs stades de développement.

Lorsque le cadavre est découvert peu de temps après le décès, seuls les insectes les plus précoces (espèces pionnières) peuvent coloniser le cadavre. La vitesse de croissance des larves étant principalement contrôlée par la température. (Faucherre et al. 1999).

L'utilisation des insectes nécrophages dans la résolution d'enquêtes judiciaires se focalise à l'heure actuelle essentiellement sur une portion de la nécrofaune : les Calliphoridae. Lorsque la mort survient, le premier groupe d'insectes que l'on rencontre sur un cadavre sont les Diptères nécrophages et principalement des Calliphoridae comprenant *Lucilia siricata* et *Calliphora vicina* (Lane, 1975). Ce qui en fait de redoutables bio indicateurs quant à la date de décès.

Les insectes nécrophages peuvent jouer un rôle important, voire décisif dans les constats de levée de corps. Ils permettent notamment, sous certaines conditions, de déterminer l'intervalle post-mortem. Toutefois chaque espèce possède des caractéristiques biologiques qu'il est nécessaire de connaître afin d'affiner les méthodes de datation de la mort. Parmi ces caractéristiques, il en est une fondamentale qui met en relation la température et l'activité des insectes adultes. (Fabre 1923, Shewell 1987, Erzinclioglu 1990, Hall 1993, Erzinclioglu 1996).

Au meilleur de nos connaissances, l'Algérie n'a jamais accueilli des expérimentations pour former une base sur laquelle l'entomologie médico-légale peut être construite. En revanche, les organismes officiels sont prêts à adopter l'utilisation des preuves entomologiques dans les enquêtes criminelles. Il est donc important que des mesures soient prises pour combler les lacunes dans les connaissances nécessaires pour que les preuves entomologiques aient un avenir utile dans les enquêtes criminelles en Algérie.

C'est dans ce même ordre d'idées que nous allons étudier l'influence de la température sur le développement des insectes nécrophages, d'où l'intérêt de ce travail dans lequel nous nous attacherons à répondre à la question suivante : quelles est la relation entre la température, et la durée de cycle de développement des insectes nécrophages?

Nous procéderons dans la première partie à un rappel des données bibliographiques, dans la deuxième partie nous présenterons le cadre de l'étude; le matériel et la méthode utilisés; puis nous exposerons les résultats obtenus qui seront ensuite commentés et comparés à d'autres travaux, suivi d'une discussion et conclusion générale.

# **Partie bibliographique**

### **Chapitre I : généralité sur l'entomologie médico légale**

L'entomologie médico-légale comprend trois principales disciplines, qui sont l'entomologie "urbaine", l'entomologie des denrées stockées et celle qui nous intéresse, l'entomologie médico-légale (Hall, 2001; Hall & huntington, 2009).

L'entomologie médico-légale, constitue l'ensemble des interactions entre les insectes et la justice (Cuissance et al 2004). Elle consiste à étudier l'ordre d'arrivée des espèces d'insectes sur le cadavre et leurs stades de développement afin d'aboutir à la détermination à un jour près de la date du décès ou se que l'on désigne par l'intervalle post-mortem. Ainsi que d'éventuelles informations sur les circonstances de la mort (Gaudry et Daurel, 2007).

D'un point de vue plus général, il est possible de définir l'entomologie médico-légale comme étant l'utilisation des insectes dans la mise en évidence d'éléments pouvant servir à la médecine légale, à la justice et à la police (Wyss et Cherix 2006).

#### **I-1-Historique de d'Entomologie légal :**

##### **I- 1-1-Dans le monde :**

La première affaire criminelle résolue avec l'aide des insectes date du XIIIème en chine. Un assassin avoua sa faute lorsque, durant l'interrogatoire des suspects, des diptères de la famille des Calliphoridae ont été attirés par des traces invisibles de sang sur sa faucille (Benecke, 2001 ; Amendt et al, 2004 ; Gennard, 2012 ; Sathe et al, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

On attribue la première utilisation de l'entomologie médecine légale au docteur Bergeret, en 1850 en France (Bergeret, 1855 ; Megnin, 1894 ; Benecke, 2001 ; Gennard, 2012 ; Sathe et al, 2013).

La discipline s'est ensuite développée à l'aide de Mégnin et son étude sur la faune des cadavres (Megnin, 1894). Depuis cette époque, les connaissances se sont affinées, notamment par l'utilisation de modèles animaux. Ceux-ci sont choisis avec des caractéristiques spécifiques dans le but d'être utilisés pour la recherche expérimentale, l'enseignement et pour ensuite extrapoler les résultats à l'homme (Amendt et al, 2004 ; Sathe et al, 2013).

En Europe, différents entomologistes ont contribué à l'amélioration des connaissances de la biologie des insectes nécrophages (Leclercq, 1978 ; Marchenko, 2001 ; Amendt et al, 2004; Wyss et Cherix, 2013). A partir des années 2000 jusqu'à nos jours, la discipline a connu un véritable engouement et il en résulte l'apparition de plusieurs livres dédiés à l'entomologie forensique (Greenberg et kunich, 2005 ; byrd et Castner, 2000, 2009 ; Amendt et al, 2010 ; Gennard, 2012 ; Wyss et Cherix, 2013).

##### **I-1-2- EN ALGERIE :**

En Algérie, cette discipline a été officiellement introduite en 2010 par le laboratoire d'Entomologie de l'institut national de criminalistique et de criminologie jusqu'à aujourd'hui.

### I-2-La relation insectes et cadavres (la mort) :

L'intervention des insectes nécrophage dans le processus de décomposition influe notablement sur la vitesse de dégradation d'un cadavre (Payne 1965, Marchenko 1988 ; Carter et al 2007). Ces insectes occupent une part active au cours de ce processus conduisant à la réduction squelettique. Leurs antennes sont munies de puissants chimiorécepteurs capables de capter des molécules odorantes, favorisant l'accouplement, la reproduction (phéromones sexuelles), mais surtout pour repérer une source de nourriture, en l'occurrence d'un cadavre (Payne 1965, Marchenko 1988 ; Carter et al 2007)

Leur rapidité de vol permet à certains Diptères (mouches) mais également à des Coléoptères, Lépidoptères et autres Arthropodes de coloniser un cadavre humain ou animal (Gaudry et al, 2007 ; Hall et Huntington, 2009 ; Frederickx et al, 2013 ; Moretti et al, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013). Megnin (1894) donna à cette microfaune nécrophage le nom de travailleurs de la mort. Ce processus de colonisation débute par une ponte d'œufs de Diptères dans des zones privilégiées dont les yeux, les blessures et les plis cutanés (Gaudry et al., 2007 ; Gennard, 2012 ; Sathe et al, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

En 1661, le scientifique Italien Francesco Redi fut l'un des premiers à réfuter l'idée de génération spontanée de "vers" sur un cadavre. En 1767, Carl von Linné rapporta que trois mouches pouvaient réduire un cheval à la vitesse d'un lion, au regard de la multitude des pontes qu'elles pouvaient produire sur la carcasse. Au XIXe siècle, les exhumations de masse en France et en Allemagne, permirent aux médecins légistes d'observer que les corps enterrés étaient habités par des Arthropodes. En 1831, le Dr Orfila rapporta que les larves de Diptères jouaient un rôle majeur dans la décomposition (Wyss & Cherix, 2007)

### I-3–Processus de décomposition d'un cadavre :

La décomposition d'un corps humain débute quelques minutes seulement après le décès (Vass 2001). L'absence d'oxygène entraîne une acidification du sang tandis que les enzymes cellulaires amorcent le processus d'autolyse des tissus. La rapidité de ce phénomène dépend des types de tissus et de leur concentration en eau, il est généralement visible au bout de quelques jours. Parallèlement, la rigidité cadavérique se forme dès trois à quatre heures après le décès, puis disparaît rapidement lorsque la pétrification débute (Vass 2001).

Cette première phase de dégradation entraîne le développement d'une forte activité des micro-organismes (bactéries et champignons principalement). Leur activité conduit à la dégradation de molécules organiques élémentaires, L'absence d'oxygène conduit à une activité de fermentation qui produit de l'acide butyrique et propionique (gill-king in Haglund et Sorg 1997). Ces gaz finissent par s'échapper par les voies naturelles mais peuvent provoquer la rupture de l'abdomen.

La phase de pétrification active débute ensuite, elle se caractérise par la dégradation des muscles et la production d'acide gras volatils (Vass 2001, Dekeirsschieter et al, 2008). L'ensemble de processus de décomposition aboutit à une momification plus ou moins complète du corps (Haglund et Sorg 1997, Bourel et al. 2001, Tibbette et al. 2004, Carter et Tibbette 2006)

De nombreux facteurs affectent ce phénomène, dont la nature du corps lui-même (facteurs intrinsèques : âge, constitution, cause du décès) ou son environnement (facteurs extrinsèques : conditions climatiques, présence de vêtements, macro et microfaune nécrophage dont les insectes nécrophages) (Mann et al, 1990 ;

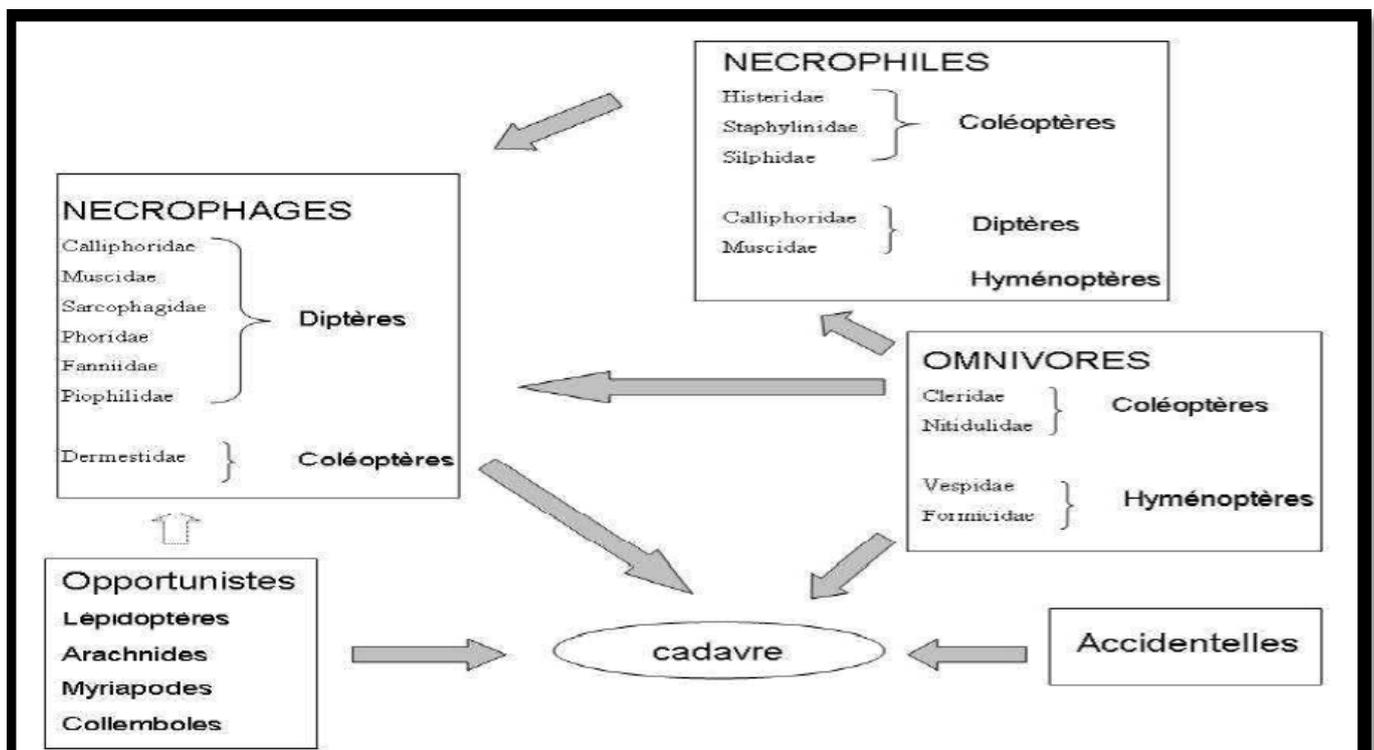
Anderson, 2001 ; Al-Mesbah et al, 2012 ; Dekeirsschieter, 2012 ; Matuszewski et al, 2013 ; Pastula et Meritt, 2013).

**I-4- Le cadavre : un écosystème éphémère**

D’après Wyss et Cherix 2013, Un cadavre constitue une ressource énergétique importante : de nombreux nécrophages vont donc l’exploiter et y prolifère très rapidement. Il s’agit cependant d’un écosystème bien particulier, caractérisé par sa courte durée d’existence. Les insectes qui exploitent cette ressource ponctuelle et provisoire présentent donc des adaptations particulières. Les adultes ne sont pas inféodés à un milieu et peuvent se déplacer facilement. Ils présentent un système olfactif très développé qui leur permet de détecter la présence d’un corps à grande distance. Ces aptitudes permettent ainsi aux insectes nécrophages de localiser, d’atteindre puis de coloniser rapidement les cadavres. Comparativement aux autres espèces d’insectes, leurs larves se développent très rapidement : cette adaptation physiologique limite leur temps de résidence sur le cadavre, et donc leur dépendance à cette ressource

**I-5- les principales espèces d’arthropodes rencontrées autour d’un cadavre :**

D’après Vass, (2001) On distingue quatre groupes d’arthropodes, en fonction de leur régime alimentaire, sur un organisme en décomposition. On y rencontre des espèces nécrophages, nécrophiles, omnivores et des opportunistes. Une cinquième catégorie est parfois citée, il s’agit des espèces dites accidentelles (figure 1)



**Figure 1.** Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre (Arnaldoset Luma A., 2005).

### **I-5-1-LES ESPECES NECROPHAGES :**

Les nécrophages sont directement attirés par le cadavre, ils se nourrissent aux dépens de l'organisme en décomposition et plus spécifiquement des liquides. On rencontre principalement des insectes appartenant aux ordres des Diptères et des Coléoptères (Leclercq, 1978 ; Campobasso *et al*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

### **I-5-2- LES ESPECES NECROPHILES :**

Les espèces nécrophiles sont prédatrices ou parasites des larves et des pupes des nécrophages (Leclercq, 1978 ; Leclercq et Verstraeten, 1992). On rencontre régulièrement des Coléoptères (*Silphidae*, *Histeridae*, *Staphylinidae*), des Diptères (*Calliphoridae* et *Stratiomyidae*) ainsi que des Hyménoptères (Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006).

Les larves de certains Diptères peuvent devenir prédatrices à partir d'un certain stade de développement. C'est le cas, par exemple, des larves de stade III appartenant au genre *Muscina* (Gaudry, 2002) et de certaines *Chrysomya*.

### **I-5-3 -LES ESPECES OMNIVORES :**

Les principales espèces omnivores sont généralement des Hyménoptères (fourmis et guêpes) ainsi que des Coléoptères. Ces espèces se nourrissent aussi bien des insectes nécrophages et nécrophiles présents sur le cadavre que du corps en décomposition (Leclercq et Vestraeten, 1992 ; Campobasso *et al*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006). Ces espèces omnivores arrivent pratiquement en même temps que les nécrophiles.

### **I-5-4 - LES ESPECES OPPORTUNISTES :**

Les espèces opportunistes perçoivent la présence du cadavre comme une extension de leur habitat (Wyss et Cherix, 2006). Ils utilisent le cadavre comme une annexe de leur biotope afin de s'abriter, se réchauffer, hiberner et parfois même pour se nourrir (Leclercq et Vestraeten, 1992). Ils sont originaires de la végétation environnante ou de la pédofaune et peuvent exceptionnellement être prédateur des espèces nécrophages (Campobasso *et al*, 2001).

On y dénombre des collemboles, des araignées, des mille-pattes, des Lépidoptères mais aussi des acariens qui se nourrissent des moisissures et champignons qui peuvent se développer sur le corps en décomposition (Campobasso *et al*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006). Les insectes nécrophages les plus fréquents sont des diptères ou des coléoptères mais on peut aussi distinguer d'autre ordre d'insectes minoritaires.

## **I-6-La méthode d'entomologie médico-légale :**

L'Entomologie légale appliquée aux découvertes de cadavre, consiste en étude des liens qui existe entre la présence d'insectes et l'état de décomposition d'un corps humains, Elle est fondée sur l'analyse chronologique d'arrivée sur la dépouille des insectes nécrophages et sur l'étude de leur cycle de développements (Campobasso *et al*, 2001).

Cette technique permet d'estimer un délai post-mortem c'est à dire de déterminer le temps qui s'est écoulé entre le décès de la victime et sa découverte.

D'après Vass 2001, Des la mort et au fur et à mesure qu'interviennent les altérations cadavériques, les différents groupes d'insectes (escouades) sont attirés par les odeurs particulières dégagées par les dégradations organique, ils se succèdent suivant les modifications du substrat (cadavre).

### **I-6-1- Protocole de prélèvement :**

La réalisation des prélèvements entomologique constitue la première étape de ce processus. Pour une meilleure qualité de prélèvement, les cadres du laboratoire ont conçu un kit spécifique. Ce dernier contient l'ensemble du matériel nécessaire pour la collecte, ainsi qu'un guide illustré expliquant toutes les étapes à suivre pour un meilleur prélèvement des échantillons. Le prélèvement doit être systématique et rapide à la scène de crime, compte tenu de la nature des indices. (Charabidze, 2012)

Les échantillons sont ensuite répartis en deux lots égaux. La majorité des larves et des pupes doivent être maintenues vivantes à sec dans des flacons percés, tandis que la deuxième partie sera conservée dans des flacons avec l'alcool à 70% pour leurs identifications.

Une fois les prélèvements effectués, ils doivent être placés sous scellés au même titre que les autres traces découvertes sur la scène du crime, puis maintenus vivants jusqu'à leur acheminement à l'INCC-GN. (Charabidze, 2008).

### **I-6-2- La phase d'élevage :**

Les prélèvements sont acheminés le plus rapidement possible au laboratoire. Les espèces vivantes récoltées sont placées en élevage, Ces élevages sont ainsi maintenus jusqu'à l'émergence des adultes dans des enceintes climatiques. Les échantillons morts sont conservés dans des solutions de conservations. Ces opérations achevées, l'identification peut commencer (Charabidze, 2012).

### **I-6-3- L'identification :**

L'identification d'un spécimen permet ainsi d'obtenir une somme d'information sur son régime alimentaire, son habitat, son comportement (développement, vol, ponte) au regard des conditions environnementales, L'identification s'opère par l'observation sous stéréo microscope des caractères morphologiques et biométriques de l'insecte, après une préparation préalable. L'insecte adulte issu de l'élevage est tué en le plaçant dans une boîte contenant du cyanure de potassium avant d'être piqué sur épingle. Des dissections sont parfois nécessaires, afin d'extraire les pièces génitales ou génitalia, chez l'adulte ou chez certaines larves ou les caractères d'identification ne sont pas parfois visibles (crochets buccaux) (Charabidze, 2012).

L'utilisation d'ouvrages de référence contenant des clés dichotomiques permet, en fonction de l'état ou du stade de développement atteint, de progresser dans la classification jusqu'à l'espèce (Cherix et Wyss, 2006)

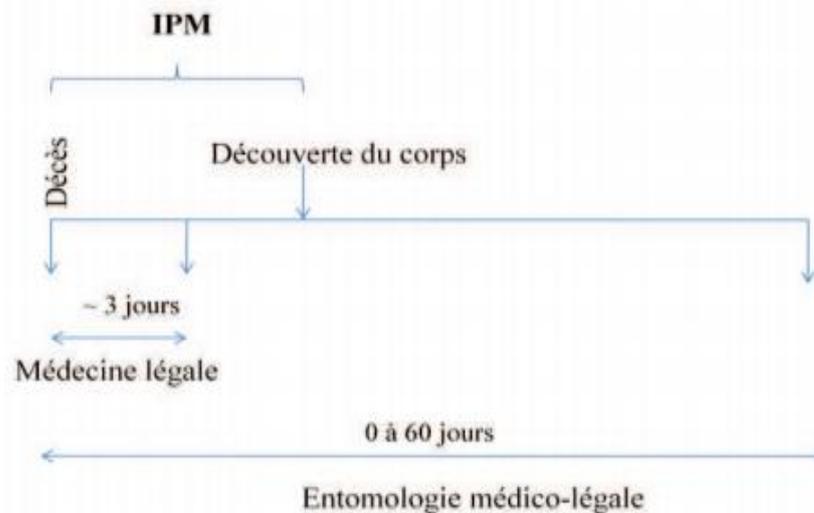
#### **I-6-3-1-Limite de l'identification :**

Certaines mouches demandent une préparation spéciale pour leur identification : cas des *Lucilia* et les *Sarcophaga*. Pour ces espèces, il est nécessaire d'examiner tant les génitalia pour les mâles que certaines parties de l'ovipositeur des femelles habituellement pas visible (Wells & Stevens, 2009).

Nous pouvons aussi signaler l'utilisation de l'ADN peut être utilisé comme une technique d'identification taxonomique alternative ou complémentaire, plus rapide et plus fiable mais aussi plus onéreuse (Gupta & Setia, 2004, Gennard, 2007, Wells & Stevens, 2009)

### **I-7-L'intervalle post mortem (L'IPM):**

Lors de la découverte d'un cadavre, la détermination de la date du décès est un objectif important. Les méthodes pathologiques classiques pour déterminer le moment du décès (refroidissement corporel et rigidités et lividités cadavériques) ne sont relativement efficaces que dans les premiers stades de la mort. Au-delà de 36 à 48 heures, les entomologistes légaux, eux, peuvent encore déterminer avec une relative précision (au jour près) à quand remonte le décès. Ils se basent sur les insectes trouvés sur le cadavre et surtout sur leur stade de développement (Amendt et al. 2006) (Figure 2)



**Figure 2 :** Les Possibilité de datation d'un cadavre (IPM) en médecin légale

Deux méthodes sont actuellement utilisées dans l'évaluation de l'intervalle post mortem :

#### **I-7-1- Datation à court terme :**

Appelée accumulation des degrés jours (ADJ) ou degrés heures (ADH), Cette datation entomologique met en relation le développement des insectes trouvés sur le corps ou aux alentours de celui-ci avec les températures du lieu du décès (Niederegger et al, 2010). 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 & Cherix, 2006).

#### **I-7-1-a- L'estimation des dates d'oviposition :**

En matière d'entomologie légale, la tâche de l'analyse est de déterminer avec la plus grande précision possible, la période de ponte des premiers insectes ayant colonisé le corps. Une méthode issue de la physiologie végétale, basée sur le principe de cumul thermique. Ce moyen a été appliqué chez les diptères pour l'estimation des dates d'oviposition en entomologie légale. Cette méthode baptisée accumulated degré day (ADD) repose sur une notion de cumul thermique quotidien, nécessaire à l'animal pour croître de l'embryon (œuf) à l'imago (adulte).

Les Diptères possèdent un seuil thermique minimum d'activité propre à l'espèce pour son développement. Ce seuil est considéré comme constant et correspond à la somme des températures journalières, cumulées, au dessus du seuil. Des études ainsi ont permis d'obtenir des données sur les temps de développement à différentes températures des espèces d'intérêt pour la datation.

Une des techniques utilisée est celle de Marchenko (2001). Pour chaque espèce, une constante correspondant à un cumul thermique total nécessaire au développement, de l'œuf à l'émergence (ou de l'œuf la pupaison) a été déterminée expérimentalement (Tableau1). Cette durée est définie comme la somme de degrés accumulés chaque jour (accumulation degree day ADD). La température prise en compte est la température effective égale à la différence entre la température moyenne sur 24H et la température seuil  $x$  de l'espèce. En dessous de sa température seuil, l'espèce ne se développe pas.

**Tableau 1:** Les seuils et les sommes de température (en °C) du cycle de développement fonction des espèces les plus rencontrées (Marchenko, 2001)

	Température seuil inférieur de croissance	Somme des températures du cycle complet
<i>Calliphoravicina</i>	2.0	388.0
<i>Calliphora vomitoria</i>	3.0	472.0
<i>Protophormiaterranova</i>	7.8	251.0
<i>Luciliasericata</i>	9.0	207.0
<i>Chrysomyaalbiceps</i>	10.2	186.0
<i>PhormiaRegina</i>	11.4	148.0

Le nombre de jours  $j$  pour atteindre l'état adulte, pour une température constante  $T$  est donc :

$$J = C / (T-x)$$

Par exemple, selon Marchenko:

La constante à atteindre par l'espèce *Calliphora vicina* est de 388 ADD = somme des températures moyennes journalières - température seuil de développement). La température seuil de l'espèce est de 2 °C. On peut ainsi calculer le temps mis par l'espèce pour passer de l'œuf à l'émergence si elle se trouve dans un milieu à une température moyenne de 16°C : Température fictive :  $16-2=14$  °C.  
 $388/14 = 27,7$  signifie qu'il lui faut 27,7 jours.

De même à 12°C il faut  $388/(12-2) = 38,8$  jours pour que l'espèce *Calliphora Vicina* passe de l'œuf à l'émergence.

### I-7-1-b- Détection d'un corps et déclenchement des pontes :

Les insectes nécrophages ont un système olfactif particulièrement développé qui leur permet de détecter la présence d'un corps à plusieurs kilomètres de distance (Braack 1987, Kelling 2003). Deux catégories de diptères nécrophages sont attirées par les cadavres : les individus en quête de nourriture et les femelles à la recherche d'un lieu de ponte. Ces dernières y sont largement majoritaires (Archer 2003 ; Charabidz, 2012)

Les diptères adultes se nourrissent d'une grande variété d'aliments riches en sucres : en effet, leur métabolisme très actif nécessite un approvisionnement constant en énergie (Hainsworth 1990, Stoffolano et al. 1995a, 1995b). Les mouches adultes mâles et femelles sont donc attirées par les liquides putrides émanant d'un cadavre et qui constituent une importante ressource énergétique (Fisher et al. 1998). Cependant, la plupart des individus attirés sur un corps pour s'y nourrir sont des femelles à la recherche d'un repas protéique nécessaire au déclenchement de la vitellogenèse (processus précurseur de la formation des œufs) (Stoffolano 1974, Barton Brown et al. 1976).

Les femelles gravides sont quant à elles à la recherche d'un substrat adapté afin d'y déposer leurs œufs (Campan 1977). Comme nous l'avons vu, les besoins écologiques sont variables : certaines espèces préfèrent les cadavres en début de décomposition tandis que d'autres sont uniquement attirées par les tissus momifiés (Hall 1993).

La taille et le type de cadavre (poisson, mammifère, humain, etc.) ne semblent avoir qu'un faible impact sur les espèces présentes (Kuusela 1982, Davies 1990, Hewadikaram & Goff 1991). Le déclenchement de la ponte dépend également de plusieurs facteurs. Généralement les Calliphoridae ne pondent que durant la journée, ou en présence de lumière (Amendt et al. 2008). La température de l'environnement et du substrat semblent également être des paramètres déterminants pour le déclenchement de la ponte (Greenberg 1990, Tessmer et al. 1995, Singh & Bharti 2001, Wooldridge et al. 2007). Le choix du lieu de ponte s'explique par la fragilité des œufs et des jeunes larves, très sensibles à la dessiccation et incapables de pénétrer directement dans les tissus au niveau de la peau (Fabre 1923). La détermination d'un lieu de ponte adapté apporte donc un avantage certain à la descendance et résulte d'un choix minutieux par les femelles, choix dépendant à la fois des besoins écologiques de l'espèce, de l'état de décomposition du corps et de la présence d'autres individus (Archer & Elgar 2003).

### **I-7-2- datation à long terme :**

Se base sur la succession des espèces ou escouades successives d'insectes au cours du temps sur un cadavre pour déterminer l'IPM, selon (Wyss et Cherix, 2006), cette méthode est peu fiable (Wyss et Cherix, 2006). En effet, la succession chronologique des espèces sur un cadavre n'est pas immuable. Le taux de décomposition du corps est variable de même que le cycle de développement de l'insecte, tous deux fortement influencés par les conditions climatiques locales.

Le concept de cette théorie est simple : le biotope « cadavre » évoluant au fur et à mesure de la décomposition, certains insectes seront attirés très tôt sur le corps, et d'autres plus tardivement. Mégnin, (1894) postula que ces périodes d'attractivité du cadavre correspondaient à l'émission d'odeurs différentes corrélées à certaines phases de décomposition (Mégnin 1894). Les insectes seraient alors attirés par certains composés volatils caractéristiques d'une phase de décomposition adaptée au développement de leurs larves sur le cadavre (Cragg 1956; Vass 2004 ; Seenivasagan et al. 2010; Von Hoermann et al. 2011).

La notion d'escouades s'imposa malgré tout dans un premier temps comme une méthode simple et efficace de datation de l'IPM. Smith proposa ainsi dans sa monographie de 1986 une succession de huit escouades qui resta pendant longtemps la référence en entomologie médico-légale (Smith 1986).

### I-7-2-a Succession d'insectes sur un corps :

L'arrivée des insectes se fait en 8 escouades (Smith 1986).

**1ère escouade :** Les premiers insectes sont les Calliphoridae ou mouche à viande et les Muscidae ou mouches domestiques communes. Ces insectes arrivent directement après la mort, avant qu'il y ait l'odeur de décomposition. Ils arrivent parfois même juste avant la mort, à l'agonie. D'un bleu sombre brillant, leurs larves aspirent les liquides produits par la transformation des tissus organiques (Méglin.P, 1984) (Figure 3)



**Figure 3:** *Calliphora Vomitoria* Linnaeu (Charabidze, 2008).

**2ème escouade :** Les mouches Sarcophagidae, striées de noir et de blanc, attirées par l'odeur de la mort, arrivent dès que le corps dégage les odeurs cadavériques, aux alentours de trois mois après la mort. Elles pondent des larves qui réduisent les tissus en bouillie (Méglin.P, 1984) (Figure 4)



**Figure 4:** *Lucilia Sericata* (Charabidze, 2008).

**3ème escouade :** Les coléoptères Dermestidae surviennent lors du rancissement des graisses du à la libération des acides gras volatiles, qui attirent les insectes de cette catégorie. Ces derniers réduisent les tissus en bouillie (Méglin.P, 1984) (Figure 5)



**Figure 5:** Dermestidae (Charabidze, 2008).

**4ème escouade :** Les mouches Piophilidae ou mouches du fromage, d'un noir luisant, apparaissent lors de la fermentation de la caséine entre quatre et huit mois (Méglin.P, 1984) (Figure 6)



**Figure 6:** piophilidae (Charabidze, 2008).

**5ème escouade** : Un dégagement d'ammoniac donne ensuite le signal de la cinquième vague : les coléoptères, dont Histeridae (Méglin.P, 1984) (Figure7)



**Figure 7:**Histidae (Charabidze, 2008).

**6ème escouade** : Une fois les fermentations arrêtées, surviennent les acariens, arachnides microscopiques qui nettoient les dernières humeurs du cadavre, entre six et douze mois après le décès (Méglin.P, 1984) (Figure 8)



**Figure 8:**Acarien (Charabidze, 2008).

**7ème escouade** : Les coléoptères et les lépidoptères de la septième vague interviennent lorsque le cadavre est complètement desséché, entre un et trois ans (Méglin.P, 1984) (Figure 9)



**Figure 9:**Tineidae (Charabidze, 2008).

**8ème escouade** : Les coléoptères Tenebrionidae, un scarabée, et Ptinidae interviennent trois ans après la mort et éliminent tous les restes des escouades précédentes (pupes, excréments, insectes morts) (Méglin.P, 1984) (Figure10)



**Figure 10:** Ptinidae (Charabidze, 2008).

### **I-7-2-b- Détermination de l' IPM par évaluation du nombre de générations d'insectes :**

Les cadavres dont la découverte fut plus tardive (quelques mois) peuvent être colonisés par plusieurs générations d'insectes qui se succèdent. La difficulté pour estimer l'IPM est plus grande car il faut connaître le nombre de génération d'insectes et savoir si celles-ci se sont chevauchées ou non. Cette détermination est de ce fait moins précise que celle des IPM courts (Wyss et Cherix -2006).

## **Chapitre II : Généralité sur les diptères nécrophages.**

### **II-1 - Morphologie externe des diptères :**

Les Diptères comprennent ordinairement des Insectes qui possèdent deux ailes membraneuses, deux balanciers, un thorax à segmentation non apparente, un appareil buccal adapté pour sucer ou pour piquer, des tarsi de cinq articles. Les deux ailes libres et les balanciers suffisent généralement pour distinguer un Diptère (Charabidze, 2012).

D'après Charabidze, 2008 ; Le corps est divisé en trois régions: la tête, le thorax et l'abdomen, réunies les unes aux autres par des parties étroites (Figure 11).

#### **II-1 - a-Tête :**

Complètement dégagée du prothorax, distincte, mobile et portée sur un cou étroit, excepté chez certains Hippobosques où elle paraît soudée au premier segment thoracique. La plus grande partie de la tête est occupée par deux gros yeux à facettes, qui peuvent être colorés et dont la surface présente parfois une pubescence plus ou moins longue et épaisse. La forme de la tête est déterminée par la grandeur des yeux, par le rostre, les cornes, les saillies de la face ou les protubérances qui supportent les antennes. (Moustiques de France, 1923).

#### **II-1 - b- thorax :**

Le thorax est composé de trois segments :

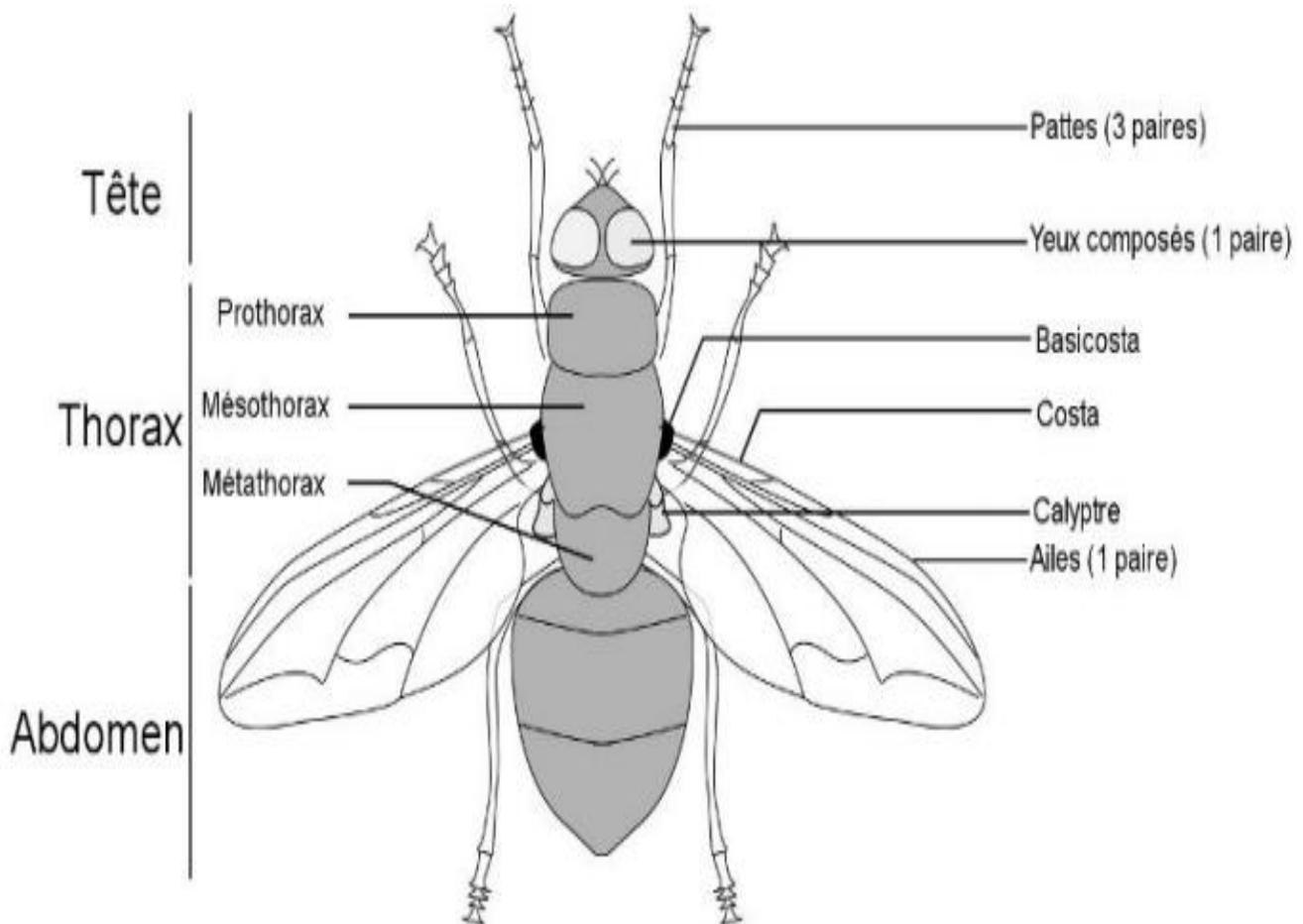
- le prothorax (T1)
- le mésothorax (T2) : très développé car en relation avec les muscles du vol
- le métathorax(T3)

Chaque segment thoracique porte une paire de pattes. Le mésothorax porte également la paire d'ailes. La paire de balanciers (seconde paire d'ailes atrophiées), est portée par le métathorax. Les balanciers sont difficilement visibles chez la mouche, car cachés par les calyptères, qui sont une extension tégumentaire de la base de la paire d'aile

Chaque segment thoracique se divise en trois parties ou sclérites (plaques de l'exosquelette) : le mésonotum (face dorsale), le mésosternum (face ventrale), et les mésopleurons (latéraux) de chaque côté.

### **II-1 - c- l'abdomen :**

C'est la seule partie du corps qui soit nettement métamérisée, souvent prolongée par des cerques ou par des organes de ponte ou de défense (Charabidze, 2008).



**Figure 11:** Morphologie générale d'un diptère cas d'une mouche ( Mégnin,P. 1984)

### **II-2-Qu'est ce qu'un diptères nécrophage :**

Ce sont des espèces qui se nourrissent des cadavres ou des matières organiques mortes (Mozayani et Noziglia, 2011). Elles possèdent trois paires de pattes, une carapace rigide ou exosquelette et un corps segmenté divisé en trois régions (tagmes) : tête, thorax, abdomen. Apparent il y a près de 400 millions d'années, la classe des insectes constitue dans le règne animal la part la plus importante en diversité et en biomasse (77 % des animaux). leur petite taille mais surtout une capacité de reproduction, hors du commun, a permis une formidable adaptation ayant abouti à une grande diversité d'habitat (Gaudry et al., 2007).

### **II-3-Importance des diptères nécrophages :**

Actuellement, les diptères nécrophages sont non seulement utilisés pour estimer la période écoulée entre le décès d'une victime et la découverte du corps ou intervalle post-mortem. Mais peuvent 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, ect.

### **II-4- TAXONOMIE :**(Zhang et Shear, 2007 ; Ramel, 2008)

**Phylum :** Artropoda

**Classe :** Insecta

**Ordre :** Diptera

**Sous-ordre :** Brachycera

**Sous-ordre :** Nematocera

**Infra-ordre :** MuscomorphaAschiza

**Infra-ordre :** MuscomorphaSchizophoraCalyptratae

**Famille** Exemple : *Calliphoridae*

**Genre** Exemple : *Calliphora*

**Genre** Exemple : *Lucilia*

**Espèce** Exemple : *Calliphora visina*

**Espèce** Exemple : *Lucilia sericata*

### **II- 5- Les principales familles de diptères :**

De nombreuses espèces de Diptères peuvent être attirées par un cadavre. On peut trouver des représentants dans les différentes familles ci-dessous :

*Calliphoridae, Sarcophagidae, Rhiniphoridae, Tachinidae, Fanniidae, Muscidae, Anthomyiidae, Scathophagidae, Sphaeroceridae, Sepsidae, Piophilidae, Heleomyzidae, Platystomatidae, Dryomyzidae, Milichiidae, Carnidae, Agromyzidae, Clusiidae, Ephydriidae, Sciomyzidae, Coelopidae, Empididae, Syrphidae, Stratiomyidae, Phoridae, Chloropidae.*

En revanche, seules les familles marquées en gras possèdent des espèces qui sont attirées par des cadavres humains et dont le cycle de développement se déroule sur ce type de substrat (Wyss et Cherix, 2013).

#### **II- 5- a- Les calliphorides :**

Cette famille de mouches de tailles moyenne compte plus de 1000 espèces connues au monde. Les adultes ont une taille moyenne entre 6 et 14 mm et la majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir (Berthet-Beaufils, 2010 ; Wyss et Cherix, 2013).

Les calliphoridae sont des mouches assez rapides avec un vol plutôt bruyant. On les rencontre le plus fréquemment sur les matières animales et végétales en décomposition. Les larves sont des asticotes de forme cylindro-conique, et sont nécrophages, coprophages, saprophages et vivent dans les matières organiques en décomposition. Elles présentent une taille allant de 8 à 23 mm, de couleur blanche ou crème.

Le segment terminal du corps possède 6 petits tubercules. Ce segment contient aussi les spiracles postérieurs, qui permettent à la larve de respirer. Habituellement ce sont les premières mouches arrivées sur place et qui colonisent un cadavre humain. Dans certains cas leur arrivée est une question de minutes.

La femelle possède des segments télescopiques au bout de son abdomen qui forment un ovipositeur. Une femelle peut pondre plusieurs centaines d'œufs (Wyss et Cherix, 2013).

Les principales espèces d'importance forensique sont : *Calliphora vicina*, *C. vomitoria*, *C. subalpina*, *C. uralensis*. Les deux premières espèces sont très répandues alors que les deux suivantes ont une distribution limitée à l'Europe centrale et en altitudes élevées (Berthet-Beaufils, 2010 ; Wyss et Cherix, 2013).

*Calliphora vicina* est probablement l'espèce la plus commune dont la distribution est quasi mondiale aujourd'hui. Mouche d'assez grande taille (10 à 14 mm de longueur), elle se reconnaît à ses joues jaunes, à sa couleur métallique bleue et à sa pilosité abondante. (Berthet-Beaufils, 2010 ; Wyss et Cherix, 2013).

### **II- 5- b- Les sarcophagides :**

Les Sarcophagidae (fleshflies) sont des mouches assez souvent robustes, dont les espèces d'intérêt forensique possèdent un abdomen qui porte le plus souvent un motif en damier, parfois des bandes ou des taches grises et des bandes grises ou noires sur le dos du thorax. Suivant les espèces la taille varie de 2 à 22 mm. (Taleb, 2013)

Elles sont des mouches héliophiles, fréquentes sur les fleurs, les charognes et les excréments. Les femelles sont habituellement vivipares, seules quelques espèces sont ovovivipares. Les larves des Sarcophagidae se développent dans toute sorte de matières animales en décomposition, y compris les excréments et les cadavres (Berthet-Beaufils, 2010 ; Wyss et Cherix, 2013).

### **II- 5- c- Les muscides :**

Les muscides sont des mouches de taille petite (2 à 12 mm) généralement de couleur terne, mais assez variable, du jaune orange au gris, brun ou noir, parfois avec des reflets métallique bleu ou verts avec le corps hérissé de macrochètes. Les larves de Muscides se rencontrent dans des milieux les plus variés : substances animales et végétales en décomposition, champignons, litière, etc.

Elles sont saprophages, coprophages et prédatrices. Il existe un à trois stades larvaires, Souvent citées en entomologie forensique, les Muscidae ne présentant pas la même importance que les Calliphoridae. (Berthet-Beaufils, 2010 ; Wyss et Cherix, 2013).

### **II- 5- d- Les fanniïdes :**

Longtemps classé parmi les muscides, les fanniïdes sont des mouches de taille petite à moyenne (3 à 9 mm). Elles sont habituellement grises foncées à noires, parfois avec des taches jaunes sur l'abdomen. Les larves sont reconnaissables à leur corps aplati, à leur tégument épais et hérissé de processus branchus (Wyss et Cherix, 2013), possédant des protubérances très caractéristiques leur permettant d'évoluer dans les liquides putrides (Gaudry et al, 2007).

### **II- 5- e- les Piophilidae :**

Les Piophilidae sont de petites mouches (2,5 à 6 mm de longueur) de couleur sombre mate ou brillante. Les larves sont lisses et effilé vers l'avant. Elles peuvent produire occasionnellement (*Piophilacasei*) chez l'homme une myiase intestinale à la suite d'ingestion de fromages ou d'autres aliments infestés (Wyss et Cherix, 2013).

Les *Piophilidae*, dont *Piophilacasei*, ont la particularité d'avoir développé au stade larvaire un moyen efficace d'échapper à leur prédateur, grâce à des sauts très caractéristiques générés par une brusque détente du corps préalablement arqué (Gaudry et al, 2007 ; Wyss et Cherix, 2013).

### **II- 6- les principales familles des coléoptères :**

L'ordre des coléoptères est sans doute le plus imposant par sa diversité en espèces. Les coléoptères possèdent des ailes antérieure sclérifiées appelées élytres qui sont repliées au repos et recouvrent ainsi les ailes postérieures (Charabidzé, 2012).

Les coléoptères constituent l'ordre le plus vaste de la classe des insectes puisque l'on dénombre plus de 150 Famille et quelques 250.000 espèces à travers le monde. Ils constituent également l'ordre le plus vaste du règne animal en incluant plus de 40 % de tous les insectes et près de 30 % de toutes les espèces animales (Hardouin et Mahoux, 2003).

Une vingtaine d'espèces françaises sont régulièrement trouvées associées aux cadavres dont la grande majorité appartient aux : **Dermestidae, Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Cleridae, et Nitidulidae**(Wyss et Cherix, 2013).

#### **II- 6- a- Les Sylphides :**

D'une taille moyenne à grand (10-35 mm), ils sont à la fois prédateurs et nécrophages. Ils se reconnaissent par leurs élytres souvent courts qui ne recouvrent pas complètement l'abdomen. Certaines espèces prélèvent de la matière en décomposition, l'enfouissent dans le sol et pondent leurs œufs dans ce substrat (Wyss et Cherix, 2013).

#### **II- 6- b-les Histerides :**

Ces insectes ne dépassant que rarement 10 mm de longueur, sont de forme ovoïde, souvent noirs brillants ou parfois vert métalliques. Actifs de nuit, ils se nourrissent souvent d'œufs et de larves de mouches nécrophages. Lorsqu'ils sont dérangés, ils se contractent et cachent leurs appendices en simulant la mort.(Mayer et Vasconcelos, 2013).

#### **II- 6- c- Les Dermestides :**

Les dermestes sont des coléoptères de taille moyenne (3.5-10 mm) dont le corps est couvert de poils courts ou d'écailles. Ils se nourrissent de toutes sortes de matières organiques sèches. Certaines espèces se rencontrent parfois dans les musées et sont capables de faire de gros dégâts dans les collections d'insectes. (Charabidzé, 2008, 2010).

### **II- 6- d- Les Clepidae :**

Les espèces de cette famille sont des insectes plutôt velus, aux couleurs souvent vives. Les antennes sont fortement dentées et se terminent en massues reflétées. Les larves de nombreuses espèces se nourrissent d'insectes xylophages. Ces espèces mesurent entre 3 et 6 mm de longueur. De formes plutôt arrondies, elles possèdent sur le pronotum et les élytres des reflets métalliques verts ou bleus (Wyss et Cherix, 2013).

Les adultes et les larves sont aussi prédateurs d'œufs et de larves de diptères nécrophages. On peut les rencontrer sur les cadavres à plusieurs états différents de la décomposition, mais le plus souvent à partir de quelque semaines (Wyss et Cherix, 2013).

### **II- 6- e- les Staphylinidae :**

Ces coléoptères distinguent de la majorité des autres par la brièveté des élytres, ne recouvrant généralement que les deux premiers segments abdominaux.

Les Staphylinidae vivent dans les substances et les lieux les plus divers : fumiers, détritiques, champignons. On peut les rencontrer sur des cadavres, mais ils sont le plus souvent prédateurs des espèces nécrophages, notamment les diptères (Gennard, 2012).

## **II-7- Etude de la biologie des insectes :**

La présence d'ailes distingue les insectes de tous les autres invertébrés. Cela leur permet de se déplacer sur des distances parfois considérables pour chercher de la nourriture ou pour trouver une place adéquate pour déposer les œufs. Ceci est d'une grande importance pour les espèces d'intérêt forensique, car elles doivent pouvoir rapidement localiser une source de nourriture. Deux groupes d'insectes sont principalement attirés par les cadavres, ce sont d'une part les diptères et d'autre part les coléoptères (McGavin 2001). Toutes les autres espèces que l'on peut rencontrer sont le plus souvent des espèces opportunistes qui profitent de la situation pour se nourrir directement sur le substrat. (insecte-cadavre) (Charabidze, 2008).

Grâce à de nombreuses adaptations, les insectes ont colonisé la majorité des écosystèmes terrestres et sont présents sur tous les continents (Charabidze, 2008)

### **II-7-1-Cycle de développement des diptères nécrophages (*Calliphoridae*)**

Elle est fondée sur la connaissance précise des cycles de développement des insectes nécrophages et des variations engendrées par les diverses conditions écologiques, et en particulier la température et l'hygrométrie. Dans des conditions équivalentes, chaque espèce d'insecte présente des durées particulières pour chacun des stades de développement (Charabidze, 2008).

### **II-7-1-a- PONTE : Période embryonnaire**

Chez les Calliphoridae nécrophages, les femelles déposent leurs œufs en priorité sur les blessures ou, si celles-ci sont absentes, dans les orifices naturels. Les œufs, en forme de banane, de couleur blanc-jaunâtre, mesurant de 1 à 2 mm de long, sont déposés par paquets d'une dizaine à plusieurs centaines. La femelle pond parfois profondément dans le substrat grâce à son oviscapte.(Figure 13)



**Figure 12:** Pontes en grappes d'œufs de diptère nécrophage (Charabidze, 2011)

### **II-7-1-b- Croissance larvaire**

La durée d'incubation des œufs est très étroitement dépendante de la température. Elle peut ainsi varier d'une dizaine à une centaine d'heures. La période larvaire est essentiellement une période de nutrition. Une réserve alimentaire importante se constitue sous la forme de nappes de tissu graisseux. La larve passe successivement par trois stades, séparés chacun par une mue. Le premier stade larvaire est le plus court, une quinzaine d'heures maximum. Les jeunes larves cherchent immédiatement à pénétrer dans les tissus sous-cutanés (Charabidez, 2008).

Le second stade larvaire est un peu plus long. Le troisième stade dure plusieurs jours et se termine par une période pendant laquelle la larve cesse de se nourrir, quitte le substrat nourricier et recherche un site favorable à la pupaison (on parle alors de prépupe). Anatomiquement, les trois stades larvaires se différencient par la morphologie de leurs stigmates respiratoires (Charabidez, 2008).

Au premier stade, la larve ne possède qu'une paire de stigmates situés sur le dernier segment. A partir du deuxième stade, il y a apparition d'une deuxième paire de stigmates sur le prothorax. A ce deuxième stade les stigmates postérieurs présentent deux fentes, alors qu'au troisième stade, ces mêmes stigmates en présentent trois (Charabidez, 2008)(Figure 14)



**Figure 13:** Masse de larve de diptères nécrophages de différents stades (stade II et III) (Charabidze, 2008)

### **II-7-1-c- Phase pupale**

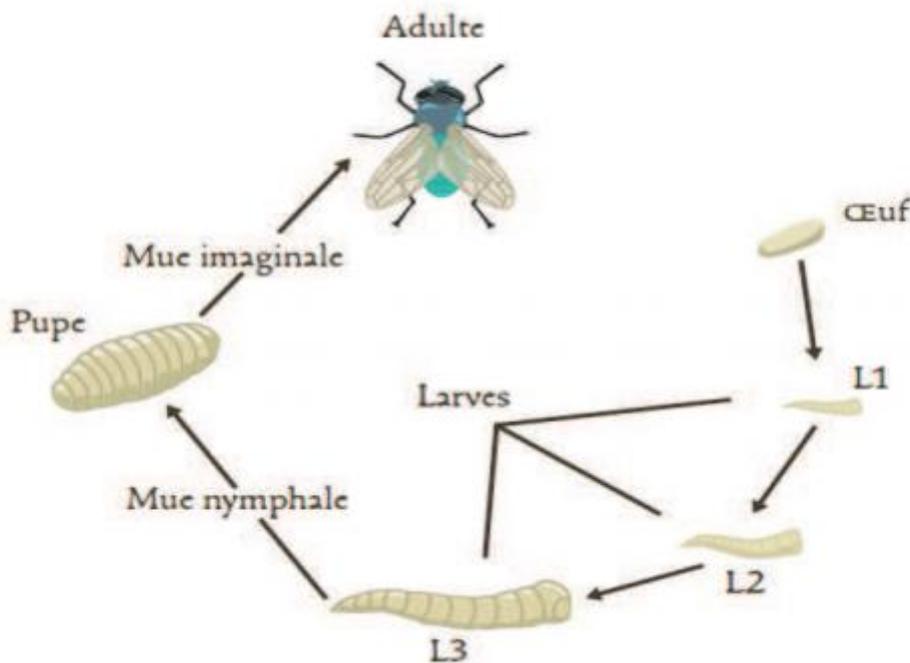
Après avoir cessé de s'alimenter, les larves, alors appelées prépupes, quittent le corps et recherchent un site favorable à la pupaison. Elles s'enterrent la plupart du temps à quelques mètres du cadavre mais peuvent dans certains cas (carrelage d'une habitation) parcourir jusqu'à 30 mètres. Chez beaucoup d'espèces, la pupaison a lieu à 2 ou 3 cm de profondeur. A ce moment, la cuticule de la larve se contracte puis se sclérifie en brunissant pour former la pupa (enveloppe rigide protégeant la nymphe). La vitesse de la métamorphose est proportionnelle à la température (Charabidez, 2011) (Figure 14)



**Figure 14:** Enveloppes pupales (Parker et al, 2009).

### **II-7-1-d- Emergence des adultes (période imaginale)**

Le début de cette période est marqué par l'ouverture du puparium. Le jeune imago provoque cette ouverture par des gonflements répétés de son sac frontal ou ptilinum. Il est alors capable de mouvements de reptation rappelant ceux de la larve, lui permettant de traverser le substrat sous lequel il émerge. Juste après l'émergence, les téguments sont mous et peu pigmentés. Rapidement, le corps augmente de volume par remplissage des sacs trachéens et les ailes s'étalent. Les téguments durcissent et prennent leur teinte définitive. La mouche présente alors déjà sa forme caractéristique bien que certains organes doivent encore achever leur maturation. Dans les conditions optimales (température, alimentation protéique suffisante), les femelles sont capables de pondre une semaine après leur émergence. (Charabidez, 2008) (Figure15)



**Figure 15:** cycle de développement des diptères nécrophages

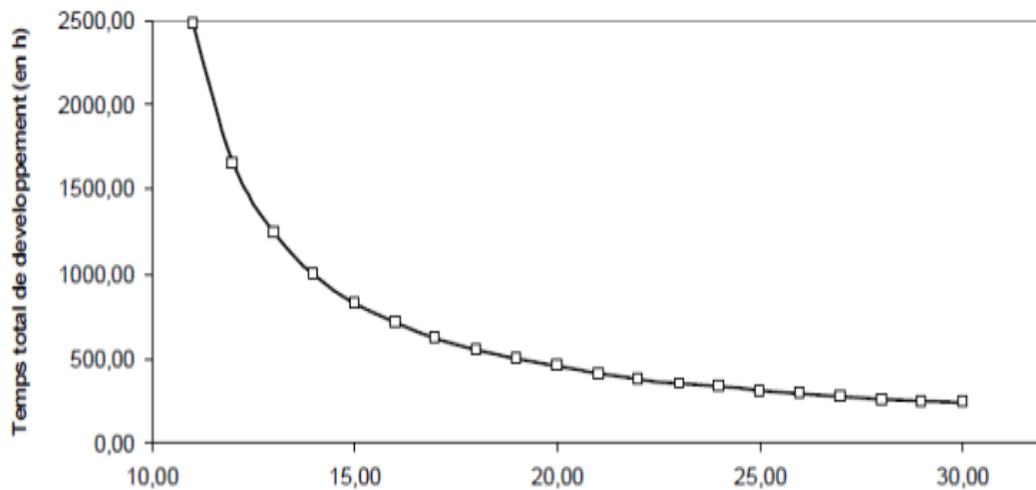
### **II-7-2- Cycle de développement des larves de Diptères nécrophages :**

Les diptères ont un cycle de développement holométabole, à métamorphose complète. Le cycle est divisé en quatre phases distinctes : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte ou imago.

Chez certains espèces de Sarcophagidae et de Calliphoridae, les œufs sont retenus dans les voies génitales de la femelle (Wall 1993) Après la ponte, préférentiellement dans les orifices humains, les œufs vont éclore pour donner naissance à des larves de premier stade. Celles-ci vont alors muer et croître en larve de second stade puis de troisième stade qui est le plus vorace, la durée de chaque stade est dépendante de la température et est différent pour chaque espèce (Wyss et cherix, 2006), c'est à ce moment que les asticots s'éloignent du corps pour s'empurger avant de ce transformer en nymphe lors de la nymphose, aussi appelée mue nymphale. La pupa est formée par le tégument de la larve de troisième stade qui se rigidifie et brunit progressivement tandis que la nymphe se métamorphose. L'imago devra rompre cette enveloppe pour émerger.

### II-7-3- Influence des facteurs abiotiques sur le développement des diptères nécrophages :

La durée de développement est dépendante de l'espèce mais également de la température. Plus il fait chaud, plus le développement est rapide, plus il fait froid, plus il est lent, 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. Lorsque la température devient trop élevée, 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 (Higley 1986, Dent 1997).(Figure 16)



**Figure 16** : la durée totale de développement de *Lucilia Sericata* (de l'œuf à l'imago) en fonction de la température (d'après Marchenko, 1986, Charabidz, 2008)

La température n'est cependant pas le seul facteur à agir sur la vitesse de développement des insectes : la disponibilité en nourriture ou la photopériode peuvent également jouer un rôle important (Marchenko, 1986, Charabidz, 2008)

Un autre phénomène est susceptible d'altérer le déroulement normal du développement : la diapause. Lorsque le climat devient hostile, notamment dans le cas de températures particulièrement froides, certaines espèces ont la capacité de stopper temporairement leur développement larvaire en attendant le retour de conditions plus favorables (Matsuo et al. 1997). Ce phénomène est à déterminisme maternel et sous contrôle hormonal. Ainsi, Lorsque des femelles de Diptères sont soumises à des jours courts, la génération suivante entrera en diapause. Ce phénomène n'est probablement pas sans incidence dans l'estimation. Des insectes parasitoïdes infestent parfois les insectes nécrophages. Il s'agit majoritairement de petits Hyménoptères et parfois de Diptères dont la présence conduit à la mort de l'hôte. L'attaque intervient au cours du stade larvaire ou pupal des Diptères. Les espèces concernées et les taux de développement des parasitoïdes les plus communs sont en partie connus (Marchenko, 1986, Charabidz, 2008).

La durée de développement de l'insecte indéclicat peut ainsi être calculé puis ajoutée à celui de l'hôte pour déterminer la période d'oviposition. Le moment de l'attaque étant réduit à une période définie du développement du Diptères (début de la pupaison chez les Calliphoridae), ce phénomène peut s'avérer très important pour l'estimation du délai post mortem.

### **II-7-3-a- Vent**

Le vent est défavorable à l'activité de Diptères lorsqu'il perturbe le sens olfactif des Diptères, rendant la localisation et la ponte sur le cadavre difficile. En effet, si un vent faible diminue l'activité des Calliphoridae, un vent violent l'interrompt complètement (Marchenko, 1986, Charabidz, 2008).

### **II-7-3-b- Lumière**

La lumière influence directement sur la ponte, en effet la plupart des insectes nécrophage comme les Calliphoridae ont des activités diurnes (Dekeirsschieter J et al, 2011)..

### **II-7-3-c- Adéquation avec l'environnement**

Dans ce cas il y a une cohérence entre l'association d'espèces et le milieu ainsi que entre l'entomofaune nécrophage et l'état de décomposition du cadavre (Marchenko, 1986, Charabidz, 2008).

### **II-7-3-d- Le phénomène de Compétition**

La surpopulation au sein des masses semble d'après les différentes études menées, être un frein pour le développement des insectes. Non pas, par insuffisance de substrat mais du fait de la difficulté d'accès à la nourriture.

### **II-7-3-e- Le phénomène de diapause**

Certaines espèces sont capables, lors d'un climat très hostile, de stopper temporairement leur développement larvaire en attendant le retour de conditions favorables. Ce caractère se transmet de façon facultative par la mère.

Une femelle adulte pourra ainsi, si elle est soumise à des températures extrêmes ou un rythme nyctéméral altéré, transmettre à sa descendance la faculté d'interrompre son développement appelé phénomène de diapause (Dekeirsschieter J et al, 2011).

### **II-7-3-f- Le Phénomène de larviposition**

Certaines espèces préférentiellement choisies en entomologie forensique, comme Sarcophagidae et certaines Calliphoridae, ont la particularité de pouvoir maintenir leurs œufs dans les voies génitales de la femelle après fécondation et de déposer directement les larves de premier stade sur le cadavre. Ce phénomène de larviposition peut être une source d'erreur à l'évaluation de l'intervalle post mortem, puisque la détermination de la durée de développement de l'insecte prendra en compte le temps écoulé entre la ponte et le premier stade larvaire alors que celui-ci aura pu être antérieur à la colonisation du corps et donc à la date du décès (Dekeirsschieter J et al, 2011).



# **Partie expérimentale**

### I-Présentation du milieu d'étude :

L'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN) (Figure18)(annexI) est situé à une vingtaine de kilomètres à l'Ouest d'Alger près de la forêt de Bouchaoui . Il est constitué de plusieurs départements dont celui de la Médecine Légale dans lequel s'insère le laboratoire d'Entomologie qui est le premier en Algérie.

Ce laboratoire d'entomologie légale/département médecine légale/INCC-GN. Est le premier de son type en Algérie. Il a pour missions d'estimer le délai post-mortem par l'étude de développement des insectes nécrophages. Il participe efficacement dans la promotion de cette discipline et dans l'homogénéisation des protocoles de récolte et d'analyse (Voir Figure17, Annexe I).

### II-Objectif de l'étude :

Cette étude a pour principal objectif de :

- 1-Valider la méthode d'élevage sur des diptères nécrophages, en vue de son utilisation dans le cadre de l'entomologie médico-légale.
- 2- D'étudier la mortalité, le sex-ratio des insectes nécrophages collectée.
- 3-De comparer le cycle de développement des souches Algérienne (*Caliphora vicina* et *Lucilia sericata*) avec des souches Européenne

### III-Matérielle et méthode :

#### III-1-Matériel utilisés :

##### III-1-1-Sur terrain

Bouteille en plastique  
Cage métallique  
Sable  
Abas de volaille

##### III-1-2-Matériel de laboratoire :

L'enceinte climatique permet de simuler les paramètres de condition naturelle tels que la température, l'humidité et la lumière. L'éclairage est installé dans les portes et thermiquement isolé de la chambre interne. L'humidification de l'air est réalisée par un système d'humectage de vapeur par électrodes. La température oscille entre 24°C et 27°C (Figure18)



**Figure 18:** L'enceinte climatique (original)

**Stéréomicroscope** utilisée pour l'identification des adultes des diptères. (Figure19)



**Figure19:** Stéréomicroscope (Original)

**Balance électrique** servant pour mesurer la viande environ 150g . (Figure20)



**Figure20:** Balance électrique (Original)

### III-1-3-Matériel biologique :

Nous avons choisi deux espèces de mouches : *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata* récoltées dans la région de bouchaoui à L'INCC-GN,

### III-2- Méthode de travail :

#### III-2-1- Méthodes d'échantillonnage des deux espèces de diptères choisies :

Des campagnes de piégeages ont été réalisées, durant la période allant de 17-03-2016 jusqu'à 22-03-2016 afin d'obtenir un nombre important de diptères nécrophages.

Les mouches ont été capturées à l'INCC/GN en utilisant des pièges de bouteilles appâtés. Les pièges ont été conçus en coupant la partie supérieure de bouteilles d'eau en plastique de 1.5L en moitié, en mettant du sable et environ 250 g de foie de volaille, puis le haut de la bouteille a été inversé dans le fond, et les deux moitiés ont été collées et protégées par une cage métallique dont les mailles laissent passer les insectes. 5 pièges appâtés ont été placés dans des endroits éloignés en dehors dans l'espace vert situé au voisinage du laboratoire d'entomologie/ INCC/GN de Bouchaoui.

Chaque bouteille est étiquetée et numérotée, des tableaux pour noter les observations et les données d'échantillonnage et d'élevage sont préparés. Le matériel utilisé au terrain est aussi préparé à l'avance (Figure21-22).



**Photo 22:** Bouteilles appâtés dans une cage métallique



**Photo 21:** bouteilles appâtés (original)

Le piège que nous avons utilisé empêche les insectes de ressortir, La collecte des insectes à été effectué tous les jours jusqu'à ce qu'un nombre suffisant de spécimens aient été atteint, Ces espèces ont ensuite été transportés au laboratoire d'entomologie à 22°C avec une humidité relative approximative de 60 %.

### III-3- Aux laboratoires

#### III-3-1 Traitement des espèces de mouches capturés :

Les mouches capturées ont été triées à l'œil nu, puis légèrement éthérisées ou endormies au froid à -4°C pendant dix (10) minutes. Les mouches sont récupérées et identifiées rapidement à l'aide d'un stéréomicroscope, l'identification des deux espèces de *Lucilia sericata*, et *Calliphora vicina* a été réalisée en se basant sur les critères morphologiques en utilisant des clés dichotomiques de Smith (1986), Szpila (2012) et (Rongnes, 1991). En s'assurant que les deux sexes (mâle et femelle) sont présents, les autres mouches sont relâchées dans la nature.

#### III-3-2- Mise en élevages de *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*

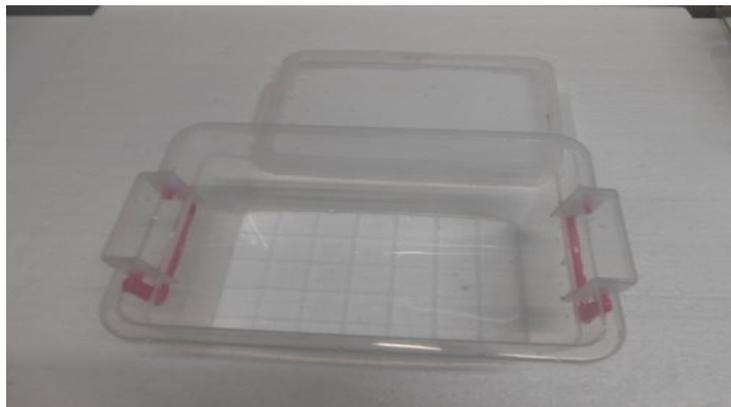
Après la sélection (*Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*), les populations des deux espèces sont placées dans des boîtes en plastique transparent de taille (mesure 40x17x20 cm) (Figure23) à 20 ° C ± 1, 40% ± 5 d'humidité relative et 10h de photopériode recouverte d'une moustiquaire pour éviter l'entrée d'autres espèces d'insectes. Dans chaque boîte, nous avons placé des boules de coton imbibé d'eau et du sucre pour assurer leur alimentation (Figure23).



**Figure23** : Boite en plastique mesure  
(40x17x20 cm)(original)

### **III-3-3- Stimulation de l'accouplement :**

Des groupes composés d'un mâle et une femelle ont été transférés individuellement dans des boîtes d'élevage en plastique transparente (mesure 25x11x15 cm) à 22 ° C ± 1, 40% ± 5 humidité relative et 10h de photopériode, recouverte d'une moustiquaire pour éviter l'entrée d'autres espèces d'insectes (Figure 24).



**Figure 24:** Boite d'élevage (mesure 25x11x15 cm)  
(originale).

Pour stimuler la ponte, environ 100 g du foie de volaille décomposé à été déposé dans des receptions noirs à l'intérieur des boîtes fournissant un environnement sombre et humide (Figure25), ce qui est préféré par la femelle pour la ponte.

La présence d'amas d'œufs de couleur blanche à été vérifiée toutes les 15 à 30 min et le moment de la ponte a été noté. Des adultes sauvages de la même espèce ont été ajoutés périodiquement au colonies afin qu'ils ne deviennent pas adaptés aux conditions de laboratoire.



**Figure 25:** *Lucilia Sericata* aux moments de la ponte (originale).

### III-3-4- Évaluation du cycle de développement des deux espèces choisies sous conditions contrôlées :

Les méthodes d'études de développement ont été adaptées à partir des études réalisées par Anderson (1999), Grassberger et Reiter (2001, 2002) et Flores et *al.* (2014).

Notre étude a été réalisée à une température de 24°C et 27°C avec un cycle de lumière :obscurité de 12:12.

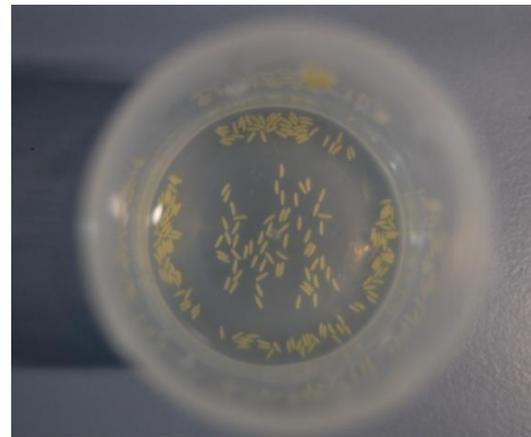
#### a- Séparation, Mensuration pondérale et dénombrement des amas d'œufs :

Les œufs ont été recueillis dans les 30 min de la ponte. La méthode utilisée a été adaptée à partir des études réalisées par marchenko 2008, basée sur une mensuration pondérale des amas d'œufs à l'aide d'une balance, disigne que 35 à 40 mg d'œufs , correspondant à 200 œufs  $\pm$ 20.

Les clusters ont été séparés par trempage dans une solution de sulfite de sodium (1%). Après avoir secoué vigoureusement, les amas d'œufs sont généralement séparés en 5 min (Grassberger et Reiter, 2001, 2002), ou bien dans une solution d'hypochlorite de sodium à 0,5% (Al Saeed et al, 2012) (Figure 26-27)



**Figure 26:** matérielle de séparation des œufs (original)



**Figure 27:** Les œufs séparés (original)

#### b- Incubation des œufs et suivi du Cycle de vie des deux espèces étudiées :

Une couche de 2 cm de sable a été étalée au fond d'une boîte en plastique de dimension (mesure 25x11x15 cm. Dans chaque boîte, une quantité de 150 g de viande bovine crue coupée en tranches d'environ 1 cm d'épaisseur a été placée. Cette méthode a été utilisée par Grassberger et Reiter (2001, 2002) Des œufs triés, 100 œufs ont été placés sur papier filtre humidifié afin d'éviter leur dessiccation (Figure 28).



**Figure 28 :** Boîte d'élevage préparée (original)

### c- Conduite d'élevage

Pour chaque espèce étudiée à savoir *Lucillia* et *Calliphora* un dispositif d'élevage a été mis en place composé de trois boîtes contenant 100 œufs.

Chaque boîte d'élevage est recouverte de moustiquaire (figure29) et placée dans l'enceinte climatique à deux températures fixées à savoir à (24°C, 27°C), avec un taux d'humidité relative fixé à 65%-70% et un cycle de luminosité: obscurité de 12/12.



**Figure29:** les boîte d'élevage à l'intérieure de l'enceinte climatique (original)

Une surveillance quotidienne est réalisée pour tous les boîtes matin et soir afin de voir leur éclosion.

Lorsque la quasi-totalité des individus a atteint le stade de pupes, nous les récupérons, puis les redéposons dans des boîtes propres, Les pupes sont récupérées nettoyer délicatement (Voir Figure30, annexe I) puis placé dans les mêmes boîtes et remis dans l'enceinte climatique. Nous avons suivi le développement complet de chaque individu et nous datons leur émergence (jour et heure) en mouche adulte. C'est l'émergence de l'imago (Voir Figure31, Annexe I) qui va nous être utile pour effectuer nos calculs.

L'un des éléments essentiels à prendre en considération est la température locale. En se basant sur la connaissance de la constante de chaleur et le seuil inférieur de croissance de chaque espèce.

Dans le but de l'étude de l'effet de la température sur le développement total des œufs et pour déterminer la mortalité, 3répétitions incubée simultanément ont été effectué dont deux expérience à température d'élevage différente élevage 1 à 24C° et élevage 2 à 27C° séparément.

# **Résultat et discussion**

### I – Inventaire et dénombrement des espèces nécrophages capturés

#### I.1 - Identifications des espèces inventoriées

##### a – Résultats

Durant la période de notre prospection, nous avons contribué à la réalisation d'une étude systématique des espèces nécrophages adultes. Notre étude a permis de récolter un total de 106 individus appartenant à 2 ordres et 4 familles. Au total 6 espèces ont été identifiées. Ces espèces appartiennent aux familles des Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae et vespidae. Le tableau (02) montre les résultats obtenus.

**Tableau 2 :** Nombre total et pourcentage des individus des espèces capturés.

Ordre	Famille	Espèce	Effectif	%
Diptères	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	36	33.96
		<i>Calliphora vicina</i>	44	41.05
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga africa</i>	10	9.43
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	12	11.32
		<i>Musca s.p</i>	1	0.009
Hyménoptères	Vespidae	<i>Vespula germanica</i>	3	0.028
<b>Total</b>			106	100

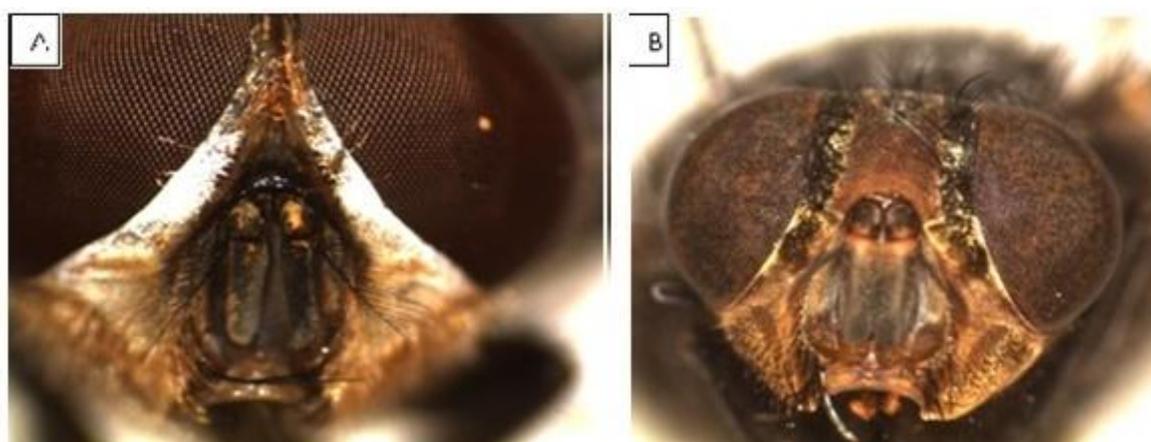
##### b – Interprétations

Les espèces les plus représentatives sont *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina* appartenant à la famille des Calliphoridae avec un pourcentage de 33,96% et 41,05% respectivement, suivie par la famille des muscidae. Ces insectes arrivent directement après la disposition des pièges, avant qu'il y ait l'odeur de décomposition.

#### I.2- Les principaux critères utilisés dans l'identification des espèces capturées:

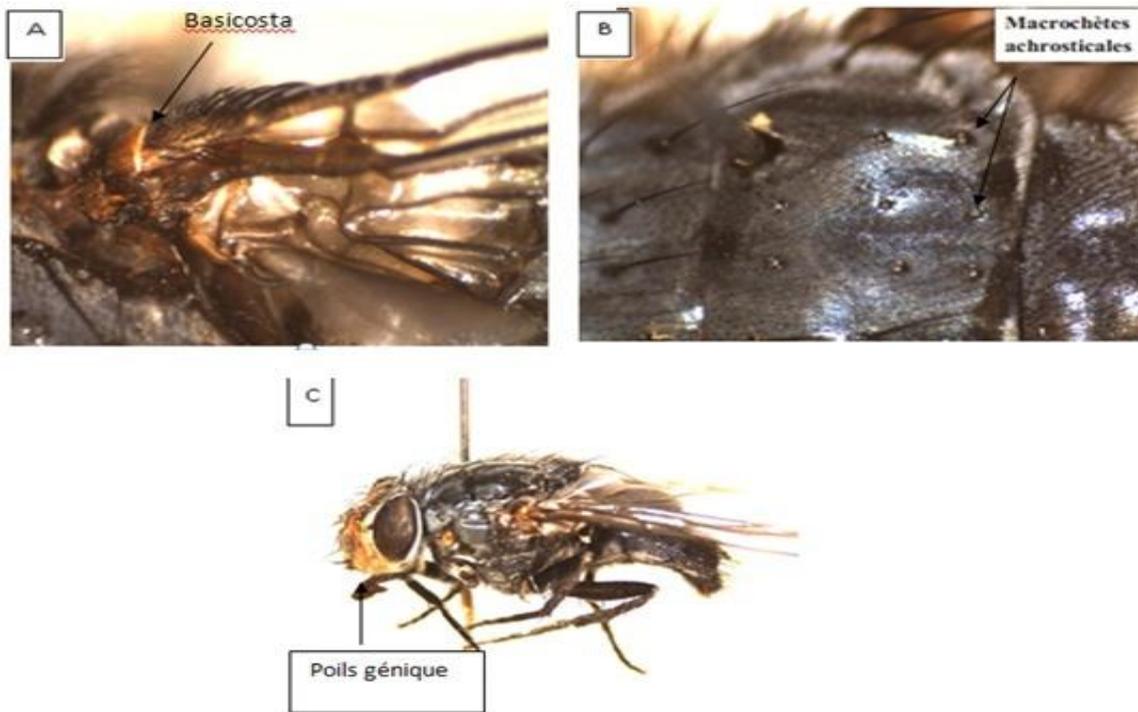
##### a – Résultats

L'utilisation des pièges appâtes nous a permis de collecter 2 espèces de la famille des calliphoridae (*Lucilia sericata* et *Calliphora vicina*), ces spécimens ont été identifiés en utilisant les caractères morphologiques issues de la clé d'identification de Rognes, (1991).

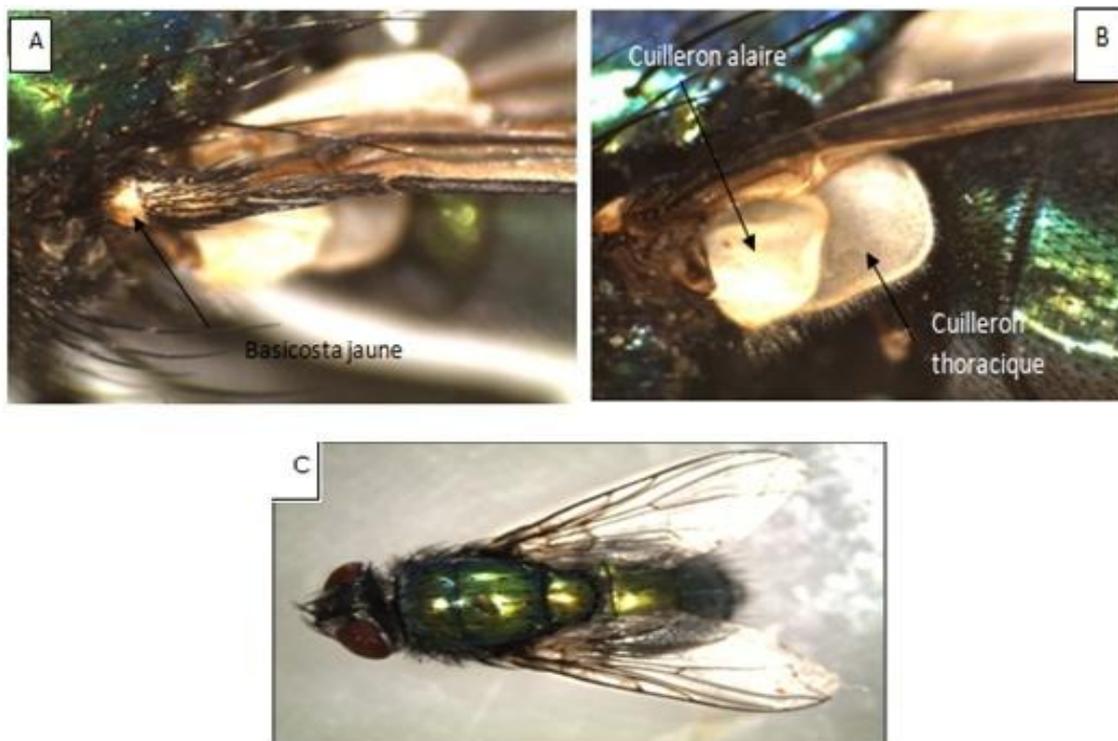


**Figure 32 :** Dimorphisme sexuel retrouvé chez la plupart des mouches d'importance forensique (Originale)  
 (A) Absence de l'espace entre les yeux composés d'un mâle Calliphoridae.  
 (B) Présence de l'espace entre les yeux composés d'une femelle Calliphoridae.

## Résultats



**Figure 33:** *Calliphora vicina* (Meigen, 1826) (Diptera : Calliphoridae) (Photos originales).  
(A) basicosta orange (B) Macrochètes achrosticales  
(C) Poils génique.



**Figure 34 :** Les principaux critères utilisés dans l'identification de *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera : Calliphoridae) (Photos originales).  
(A) basicosta jaune pâle (B) Tranc poilu (C) Thorax vert métallique.

### II- Impacts des variations thermiques sur certains caractères biologiques de *Calliphora vicina* en conditions contrôlées :

#### II.1 – A température de 24 °C

##### II.1.1 - Estimation de la fertilité des populations de *Calliphora vicina* capturées

###### a- Résultats

Une estimation de la fertilité du point de vue quantitatif et qualitatif des femelles des *Calliphora vicina* a été réalisée par le dénombrement et la pesée d'œufs de chaque amas pondus. Les résultats sont confinés dans le tableau (03)

**Tableau 3** : Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C (Température ambiante)

	Boîte	Les mesures pondérale en mg	Nombre d'œufs
<i>Calliphora vicina</i>	1	35	179
	2	39	219
	3	36	187

###### b – Interprétations et discussion

D'après le tableau (03), le nombre d'œufs pendus est proportionnel à la taille des amas d'œufs plus le poids est grand plus le nombre d'œufs est élevé. Nos résultats concorde avec ceux trouvé par Marchenko 2008 : 35 à 40 mg d'œufs sont pesés, correspondant à 200 œufs ±20.

Après accouplement, les femelles de *C. vicina* nous ont donnée des amas d'œufs dont le poids varie: 35 – 39 – 36 mg avec un nombre d'œufs oscillant entre 179-219-187 œufs,

##### II.1.2 - Évaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *Calliphora vicina*

###### a- Résultats

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *Calliphora vicina* à 24C° sont montrés dans le tableau suivant.

**Tableau 4** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Calliphora vicina* en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %). (détail voir Tableau 4-a, annexe II)

Boîte	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence			Totale
			T° moyenne journalière en incubateur	24C°		
	22/03/2016	28/03/2016	07/04/2016	08/04/2016	09/04/2016	
<b>Boîte n°01</b>	100	85	4	58	3	<b>70</b>
<b>Boîte n°02</b>	100	91	4	69	2	<b>75</b>
<b>Boîte n°03</b>	100	71	5	58	1	<b>64</b>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>247</b>	<b>12</b>	<b>190</b>	<b>6</b>	<b>209</b>

###### b- Interprétations

100 œufs de *Calliphora vicina* ont été placés dans trois boîtes différentes constituant les répétitions. D'après le tableau ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement, L'observation des pupes s'effectuée 7 jours après la mise en élevage. Les émergences débutent le 07/04/2016 avec 12 adultes, le maximum d'émergence est obtenue le 08/04/2016 avec 190

## Résultats

individus soit 90%, le 09/04/2016 seulement 6 adultes ont été obtenus, soit un total de 209 individus 10 jours après la date de pupaison et sur 300 œufs prélevés, ce qui représente un taux d'émergence de 69.66 % sur l'ensemble.

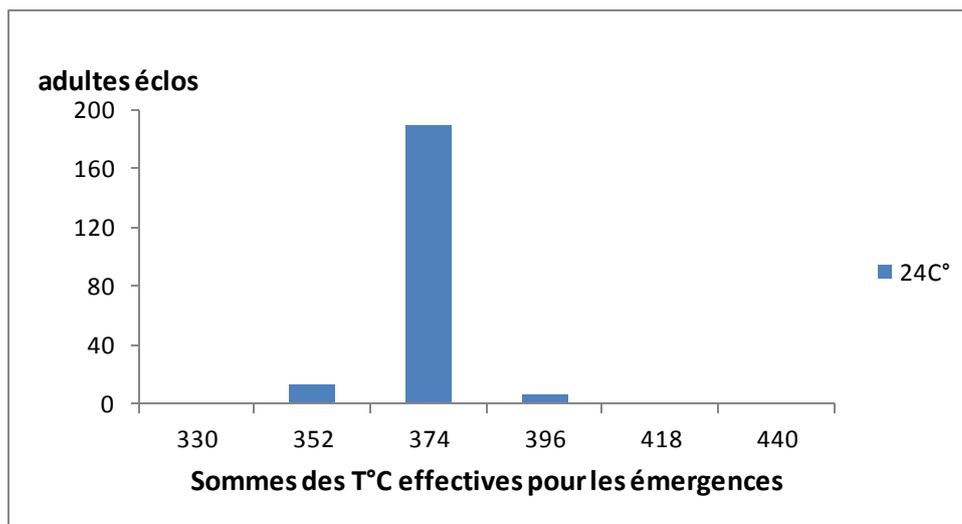
### II.1.3 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode marchenko appliquée sur nos élevages de *Calliphora vicina*.

#### a-Résultats

Les résultats des somme des températures cumulées de l'œuf à l'émergence des adultes de *Calliphora vicina* dans les trois boîtes d'élevages sont représentés dans le tableau (5).

**Tableau 5:** Somme des T°C cumulées de *Calliphora vicina* à T°24 à l'émergence des adultes

Dates	T°C moyennes (par jour)	T°C effectives	Boîte 1	Boîte 2	Boîte 3	Nombre d'adultes éclos de <i>Calliphora vicina</i>
			Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	
22/03/2016	24	22	0	0	0	
23/03/2016	24	22	22	22	22	
24/03/2016	24	22	44	44	44	
25/03/2016	24	22	66	66	66	
26/03/2016	24	22	88	88	88	
27/03/2016	24	22	110	110	110	
28/03/2016	24	22	132	132	132	
29/03/2016	24	22	154	154	154	
30/03/2016	24	22	176	176	176	
31/03/2016	24	22	198	198	198	
01/04/2016	24	22	220	220	220	
02/04/2016	24	22	242	242	242	
03/04/2016	24	22	264	264	264	
04/04/2016	24	22	286	286	286	
05/04/2016	24	22	308	308	308	
06/04/2016	24	22	330	330	330	
07/04/2016	24	22	352	352	352	12
08/04/2016	24	22	374	374	374	190
09/04/2016	24	22		396	396	6
10/04/2016	24	22			418	
11/04/2016	24	22				



**Figure 35:** Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *C.vicina* à 24°C

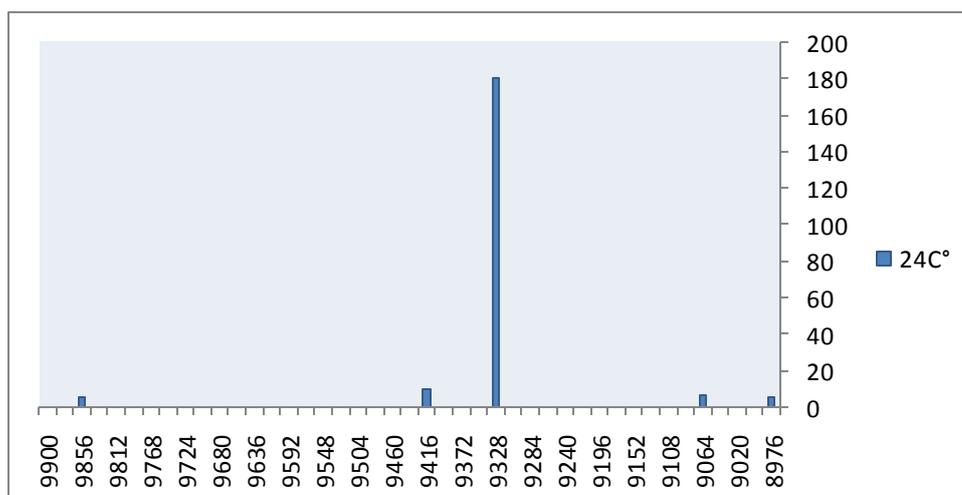
### b-Interprétation et discussions

Pour cette espèce, un cumul de 388 °C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 2 °C (Marchenko, 2001 Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes débute le 07/04/2016 avec 5% qui correspond une Somme effective de 352°C à partir du jour d'émergence, le 08/04/2016 l'émergence de 90% du total avec 374°C, et le 09/04/2016 les individus consomment une valeur de 396°C.

## II.1.4 - Estimation de la Somme des températures horaires (ADH) sur les individus de *C.vicina*

### a- Résultats

Les résultats de somme des températures horaires (ADH) des populations de *C.vicina* sont représentés dans le tableau 6, Annexe III. D'après les valeurs données par (Marchenko, 2001 Wyss et Cherix, 2013) pour *C. vicina*, la somme des températures horaires (ADH) est de :  $388^{\circ}\text{C} \times 24 = 9312,0^{\circ}\text{C}$



**Figure 36:** Somme des températures horaires (ADH) du cycle complet des individus de *C.vicina* en conditions contrôlées (T : 24°C)

## Résultats

### b- Interprétation et discussions

D'après le tableau 6 et la figure 36, un cumul de 9312,0°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, pour l'espèce étudiée en retenant un seuil minimal de 2 °C (Marchenko, 2001), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes atteint le nombre maximal de 90% le 08/04/2016 à 08 :00 heure du matin avec un cumul de 9328°C.

### II.1.5 Estimation du sexe ratio et pourcentage de natalité des individus émergés

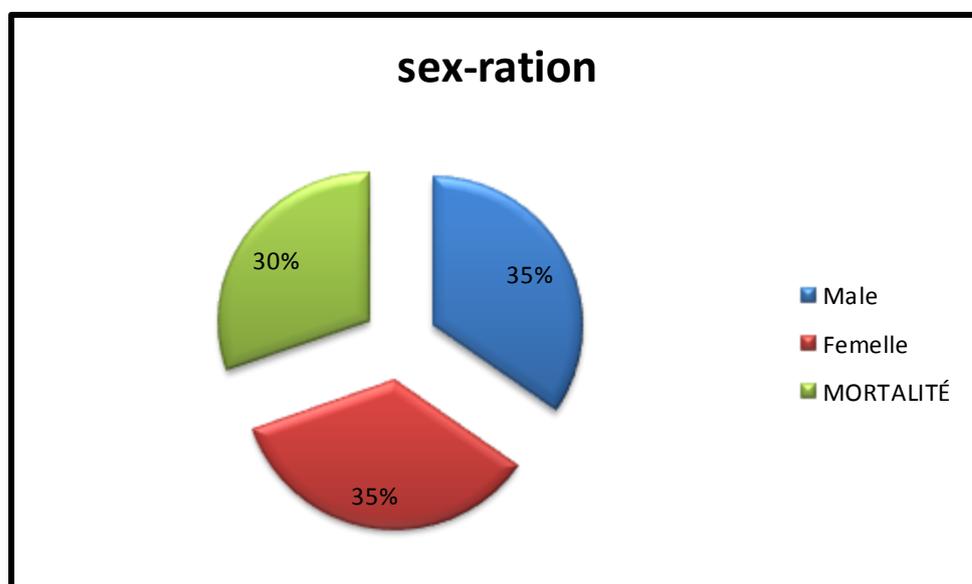
Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de natalité des individus issus des éclosions des œufs de l'élevage de *Calliphora vicina* sont présentes dans les tableaux 7 et 8 ;

#### II.1.5.1- Identification du sexe ratio des individus :

##### a- Résultats

**Tableau 7** : Estimation du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina* issue d'un élevage à 24°C

	Nombre de mâles	Nombre de femelle	Sexe ratio
Boite 1	30	40	0.75
Boite 2	39	36	1.08
Boite 3	35	29	1.20
Total	104	105	0.9



**Figure 37**:Présentation graphique du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina*. Élevés à T° 24 C°

##### b-Interprétation :

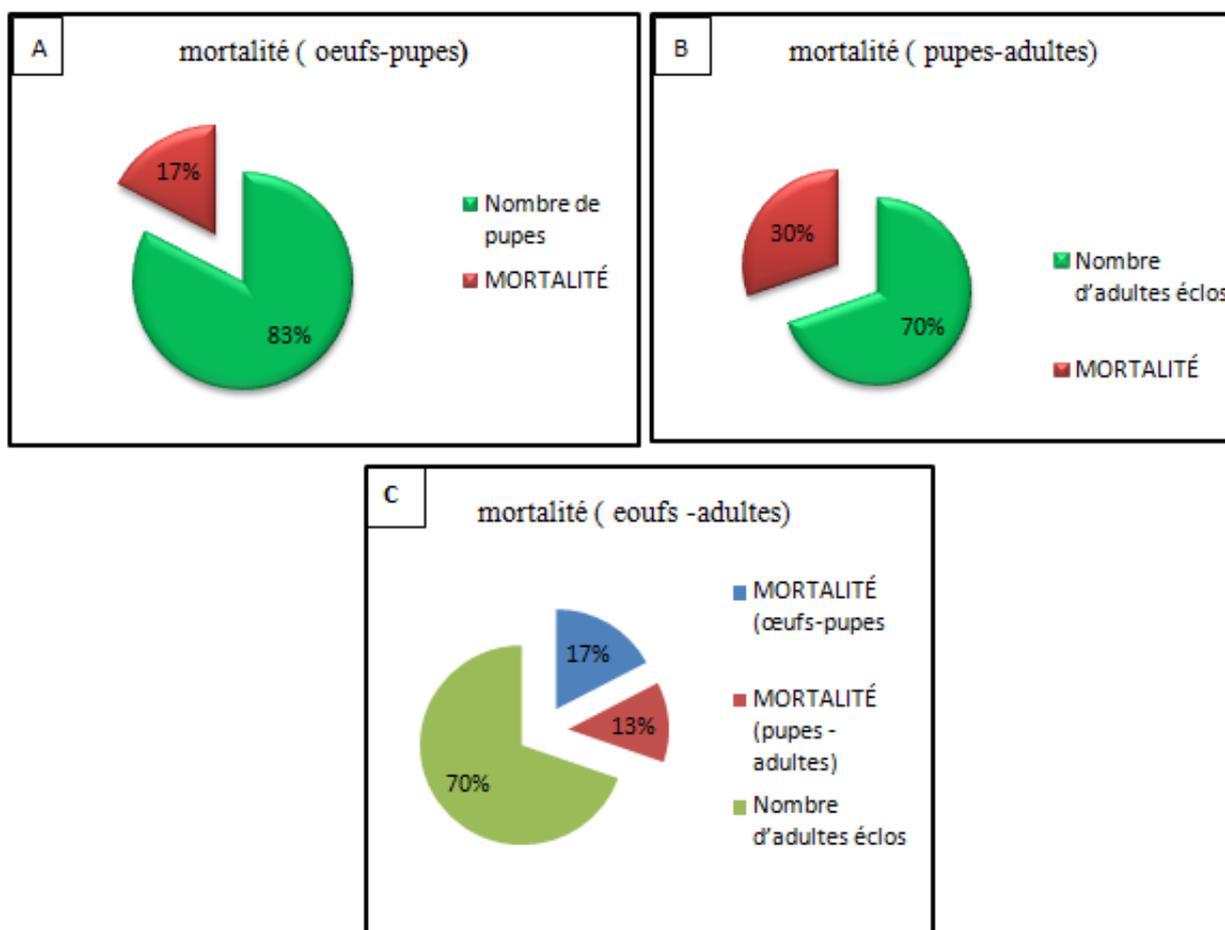
D'après le tableau 7 et la présentation graphique 37 du sexe ratio des *Calliphora vicina* révèle que dans la boîte n° 3, le nombre des mâles émergés est supérieure à celui des femelle par rapport au boîte n°2 et 1 ou le sexe ratio est 1.08 et 0.75 respectivement. D'après ces résultats, nous remarquons que le nombre des mâles éclos est semblable à celui des femelles qui est de 41%,

## Résultats

### II.1.5.2-Estimation du nombre de pupe et d'adulte émergé dans Les trois boites d'élevage a- Résultat

**Tableau 8:** Estimation du nombre de pupe et d'adulte émergé de l'élevage de *C. vicina* à T 24C° par apport au nombre d'œufs

Boite	Stade de développement		
	Nombre d'œufs	Nombre de pupe	Nombre d'adulte
Température moyenne journalière en incubateure 24C°			
Boite 1	100	82	70
Boite 2	100	83	75
Boite 3	100	83	64
Total	300	248	209



**Figure 38:** Présentation graphique de mortalité des individus éclos dans les 3 boites, D'élevage de *Caliphora vicina* à 24 C°

**A :** mortalité (œufs-pupes)    **B-** mortalité (pupes-adultes)    **C :** mortalité (œufs –adultes)

## Résultats

### b-Interprétation :

D'après le tableau 8 et la présentation graphique 38 un nombre total de 248 ont atteints le stade pupes avec 17% de mortalité et 209 qui atteignent le stade adulte avec 30% de mortalité.

### II-2- A température de 27 °C

#### II.2.1 - Estimation de la fertilité des populations de *Calliphora vicina* capturées :

##### a- Résultats

Une estimation de la fertilité du point de vue quantitatif et qualitatif des femelles des *Calliphora Vicina* a été réalisée par le dénombrement et la pesé d'œufs de chaque amas pondus. Les résultats sont confinés dans le tableau 9

**Tableau 9** : Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C (Température ambiante)

	Boît	Mensuration pondérale	Nombre d'œufs
Calliphora Vicina	1	38	200
	2	33	219
	3	35	179

##### b- Interprétation et discussions:

D'après le tableau (09), le nombre d'œufs pendus est proportionnel à la taille des amas d'œufs plus le poids est grand plus le nombre d'œufs est élevé. Nos résultats concorde avec ceux trouvé par Marchenko : 35 à 40 mg d'œufs sont pesés, correspondant à 200 œufs ±20.

Après accouplement, les femelles de *C. vicina* nous ont donnée des amas d'œufs dont le poids varie: 38 – 33 – 35 mg avec un nombre d'œufs oscillant entre 200-219-179 œufs,

#### II.2.2 - Évaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *Calliphora Vicina*

##### a- Résultats

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *Calliphora vicina* à 27C° sont montrés dans le tableau suivant.

**Tableau 10** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Calliphora vicina* en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %) (Détail voir tableau 10-a annexe II)

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence			Total
			T° moyenne journalière en incubateur 27C°			
<b>Boite n°01</b>	28/04/2016	06/05/2016	12/05/2016	13/05/2016	14/05/2016	
<b>Boite n°02</b>	100	85	0	69	1	<b>70</b>
<b>Boite n°03</b>	100	76	1	63	0	<b>65</b>
<b>Total</b>	100	87	0	64	1	<b>65</b>
	<b>300</b>	<b>248</b>	<b>1</b>	<b>197</b>	<b>2</b>	<b>200</b>

##### b-Interprétation :

100 œufs de *Caliphora vicina* ont été placés dans trois boites différentes constituant les répétitions. D'après le tableau ci-dessus , cette espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement, l'observation des pupes s'effectuée 9 jours après la mise en élevage et Les émergences

## Résultats

débutent le 12/05/2016 avec 1 adulte (0.5%), le 13/05/2016 par 197 adulte (98%), le 14/05/2016 par 2 émergence (1%) donc 6 jours après la date de pupaison. Au total, nous observons l'émergence de 200 individus sur 300 œufs prélevés, ce qui représente un taux d'émergence de 66.66 % sur l'ensemble de l'élevage 2 de *Calliphora vicina*.

### II.2.3 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode marchenko appliquée sur nos élevages de *Calliphora vicina*.

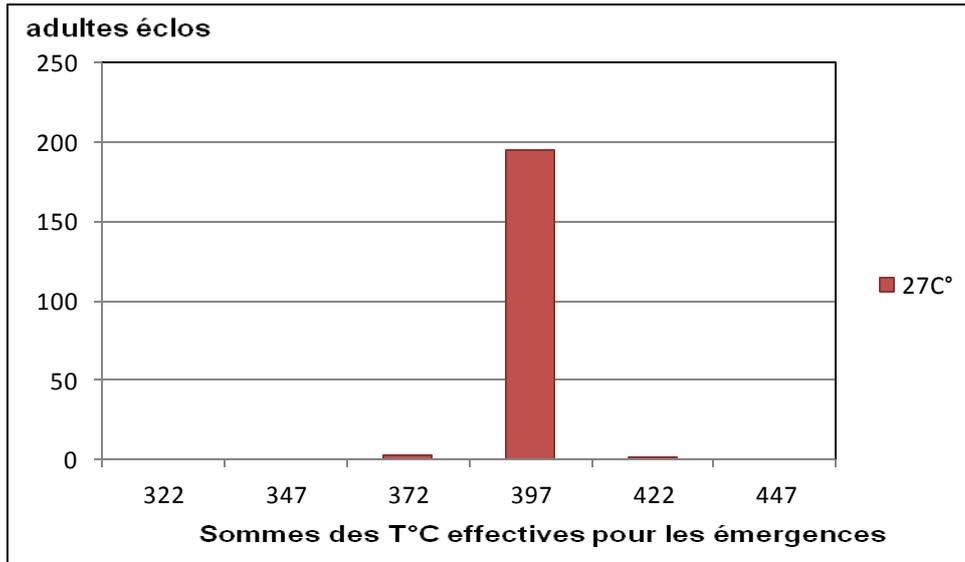
#### a-Résultats

Les résultats de l'estimation des températures effectives à partir du jour d'émergence de *Calliphora vicina* à T°27 dans les trois boîtes d'élevages sont représentés dans le tableau 11.

**Tableau 11:** Somme des T°C cumulées à partir du jour d'émergence de *Calliphora vicina* à 27°C

Dates	T°C moyennes (par jour)	T°C effectives	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Emer-gences <i>Calliphora vicina</i> - nombre observées
28/04/2016	27	25	22	22	22	
29/04/2016	27	25	47	47	47	
30/04/2016	27	25	72	72	72	
01/05/2016	27	25	97	97	97	
02/05/2016	27	25	122	122	122	
03/05/2016	27	25	147	147	147	
04/05/2016	27	25	172	172	172	
05/05/2016	27	25	197	197	197	
06/05/2016	27	25	222	222	222	
07/05/2016	27	25	247	247	247	
08/05/2016	27	25	272	272	272	
09/05/2016	27	25	297	297	297	
10/05/2016	27	25	322	322	322	
11/05/2016	27	25	347	347	347	
12/05/2016	27	25	372	372	372	1
13/05/2016	27	25		397	397	197
14/05/2016	27	25			422	2

## Résultats



**Figure 39:** Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus à 27°C

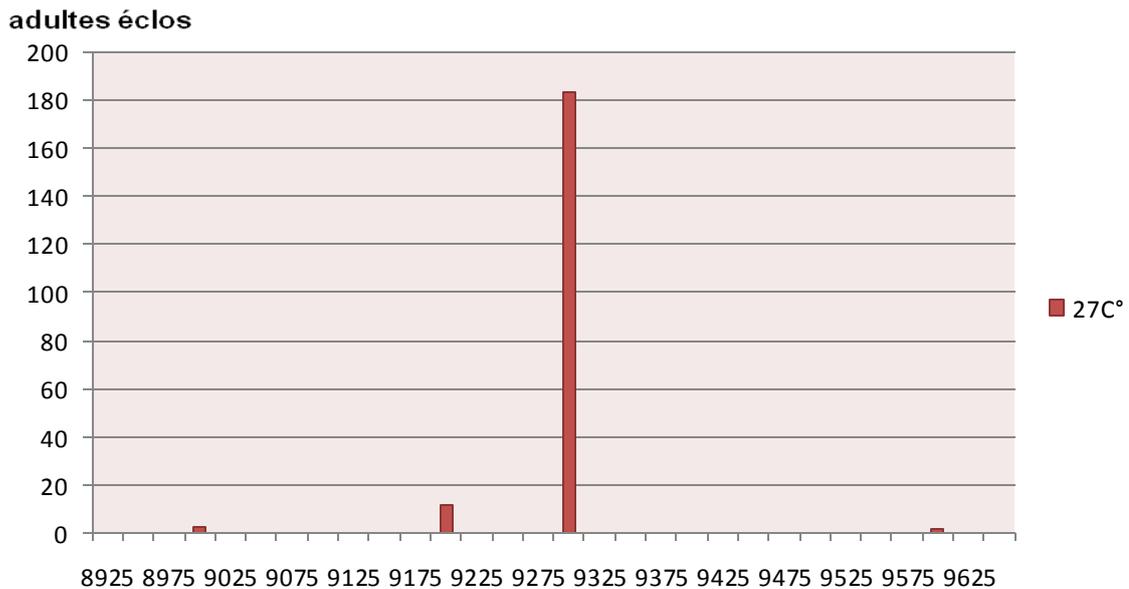
### b-Interprétation et discussions:

Pour cette espèce, un cumul de 388 °C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 2 °C (Marchenko, 2001 Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes débute le 12/04/2016 avec 05% qui correspond un Somme effectives de 372°C à partir du jour d'émergence, le 13/04/2016 émerge 98% avec 397°C, le 14/04/2016 consomme une valeur qui correspond à 422°C

## II.2.4 - Estimation de la Somme des températures horaires (ADH) sur les individus de *C.vicina*

### a- Résultats

Les résultats de somme des températures horaires (ADH) des populations de *C.vicina* sont représentés dans le Tableau 12, Annexe III.



**Figure 40:** Somme des températures horaires du cycle complet de *Calliphora vicina* 27°C

## Résultats

### b-Interprétation et discussions:

Pour cette espèce, un cumul de 9312,0°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 2 °C (Marchenko, 2001), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes atteint le nombre maximal avec 91.5% le 13/05/2016 à 20:00 heure du matin avec un cumul de 9300°C.

### II.2.5 Estimation du sexe ratio et pourcentage de natalité des individus émergés

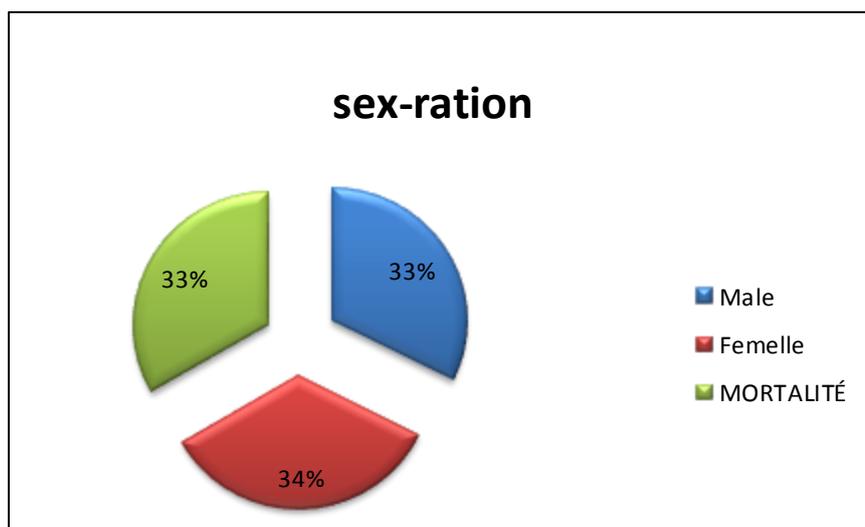
Les résultats du sexe ratio et pourcentage de natalité concernent l'élevage<sup>1</sup> de *Calliphora vicina* sont présentes dans les tableaux 13 et 14 ;

#### II.2.5.1- Identification du sexe ratio des individus :

##### a-Résultats :

**Tableau 13:** Estimation du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina* à 27°C:

	Nombre de mâles	Nombre de femelle	Sexe ratio
Boîte 1	30	40	0.75
Boîte 2	35	30	1.16
Boîte 3	32	33	0.96
Total	97	103	0.94



**Figure 42:** Présentation graphique du sexe-ration de *Calliphora vicina* à 27 C°.

### b-Interprétation :

D'après le tableau 13 et la présentation graphique (42), le sexe ratio des *Calliphora vicina* révèle que dans la boîte n : 2 le nombre des mâles est supérieure à celui des femelles, par rapport aux boîtes 1 et 3. Au total nous remarquons que le nombre des mâles et des femelles éclos est de 33% et 34% respectivement le reste correspond au pourcentage de mortalité qui est de 33% (les individus qui ne sont pas éclos).

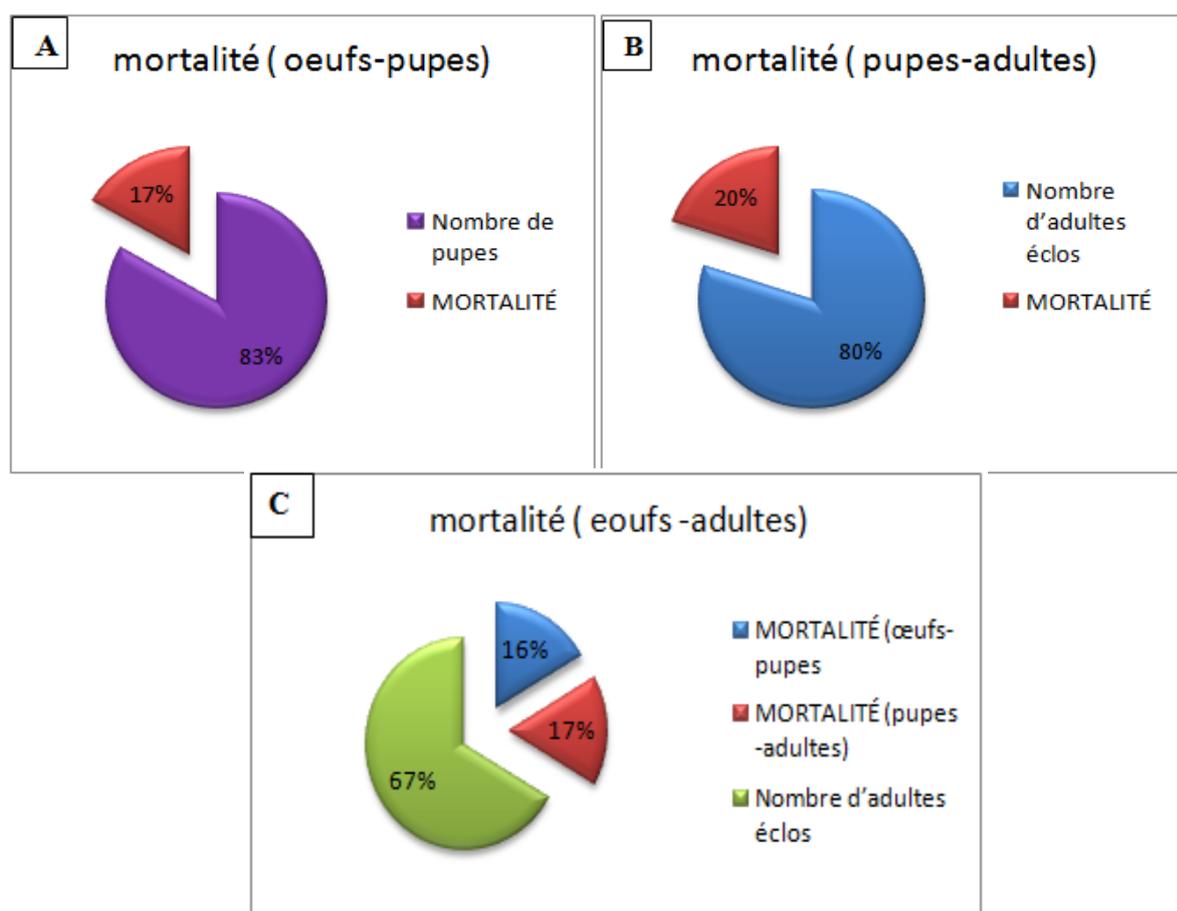
## Résultats

### II.2.5.2-Estimation du nombre de pupes et d'adulte émergé dans Les trois boites d'élevage

#### a-Résultats :

**Tableau 14:** Estimation du nombre de pupes et d'adulte par rapport aux nombres d'œufs placés en élevage *Calliphora vicina*.

Boite	Stade de développement		
	Nombre d'œufs	Nombre de pupes	Nombre d'adulte
Température moyenne journalière en incubateure 27C°			
Boite 1	100	90	70
Boite 2	100	85	65
Boite 3	100	75	65
Total	300	250	200



**Figure 43:** Présentation graphique de mortalité des individus éclos dans les 3 boites, élevage à 27C° pour *Calliphora vicina*

**A :** mortalité (œufs-pupes)

**B-** mortalité (pupes-adultes)

**C :** mortalité (œufs -adultes)

## Résultats

### b- Interprétation

D'après le tableau 14 et la présentation graphique 43 un nombre total de 250 qui a atteint le stade pupa avec 17% de mortalité. De même 200 individus ont atteint le stade adulte avec 20% de mortalité, aux total le pourcentage de mortalité est de 33%.

Des deux expériences décrites ci-dessus, il ressort que dans la première il ya eu 69,66% d'émergences dans l'étuve et 30,34% de pupes non écloses (mortes). Cependant dans la deuxième expérience, il ya eu 66,66% d'émergences dans l'étuve et 33,34% de pupes non écloses, donc mortes.

### III- Impactes des variations thermiques sur certains caractères biologiques de *Lucilia sericata* en conditions contrôlées :

#### III.1 – A température de 24 °C

##### III.1.1 - Estimation de la fertilité des populations de *Lucilia sricata* capturées

###### a- Résultats

Une estimation de la fertilité du point de vue quantitatif et qualitatif des femelles des *L. sericata* a été réalisée par le dénombrement et la pesé d'œufs de chaque amas pondus. Les résultats sont confinés dans le tableau 15.

**Tableau 15** : Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C (Température ambiante)

	Boit	Mensuration pondérale	Nombre d'œufs
<i>Lucilia sericata</i>	1	38	200
	2	33	219
	3	35	179

###### b- Interprétations et discussions :

D'après le tableau (15), le nombre d'œufs pendus est proportionnel à la taille des amas d'œufs plus le poids est grand plus le nombre d'œufs est élevé. Nos résultats concorde avec ceux trouvé par Marchenko : 35 à 40 mg d'œufs sont pesés, correspondant à 200 œufs ±20.

Après accouplement, les femelles de *L. sericata* nous ont donnée des amas d'œufs dont le poids varie: 38 – 33 – 35 mg avec un nombre d'œufs oscillant entre 200-219-179 œufs.

## Résultats

### II.1.2 - Évaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *Lucilia sericata*

#### a- Résultats

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *Lucilia sericata* à 24°C sont montrés dans le tableau suivant.

**Tableau 16** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Lucilia sericata* en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %) (Détail voir tableau 16-a annexe II)

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence			Total
			T° moyenne journalière en incubateur 24C°			
	22/03/2016	27/03/2016	04/04/2016	05/04/2016	06/04/2016	
<b>Boîte n°01</b>	100	97	3	74	5	<b>80</b>
<b>Boîte n°02</b>	100	79	2	76	6	<b>79</b>
<b>Boîte n°03</b>	100	90	2	80	6	<b>82</b>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>266</b>	<b>7</b>	<b>230</b>	<b>2</b>	<b>239</b>

#### b-Interprétations

100 œufs de *L. sericata* ont été placés dans trois boîtes différentes. D'après le tableau ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement. L'observation des pupes s'effectue 6 jours après la mise en élevage et les émergences débutent le 04/04/2016 par 7 adultes (2.92%) le 05/04/2016 avec 230 adultes (96.23%), et le 06/04/2016 par 2 adultes (0.83%) donc 09 jours après la date de pupaison des 3 boîtes.

Au total, nous observons l'émergence de 239 individus sur 300 œufs prélevés, ce qui représente un taux d'émergence de 79.66 % sur l'ensemble de l'élevage.

## Résultats

### III.1.3 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode marchenko appliquée sur nos élevages de *L. sericata*

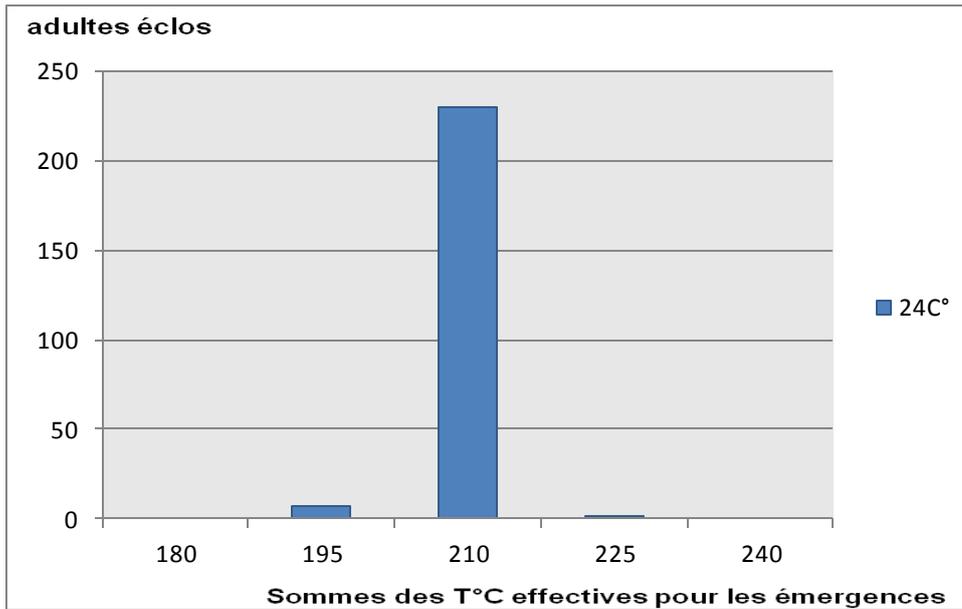
#### a-Résultats

Les résultats de l'estimations des températures effectives à partir du jour d'émergence de *L.sericata* à T°24 dans les trois boîtes d'élevages sont représentés dans le tableau 17.

**Tableau 17:** Somme des T°C cumulées à partir du jour d'émergence de *Lucilia sericata* à 24°C

Dates	T°C moyennes (par jour)	T°C effectives	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Emergences <i>Lucilia sericata</i> - nombre observées
22/03/2016	24	15	0	0	0	
23/03/2016	24	15	15	15	15	
24/03/2016	24	15	30	30	30	
25/03/2016	24	15	45	45	45	
26/03/2016	24	15	60	60	60	
27/03/2016	24	15	75	75	75	
28/03/2016	24	15	90	90	90	
29/03/2016	24	15	105	105	105	
30/03/2016	24	15	120	120	120	
31/03/2016	24	15	135	135	135	
01/04/2016	24	15	150	150	150	
02/04/2016	24	15	165	165	165	
03/04/2016	24	15	180	180	180	
04/04/2016	24	15	195	195	195	7
05/04/2016	24	15	210	210	210	230
06/04/2016	24	15	225	225	225	2

## Résultats



**Figure 46:** Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus 24C°

### b-Interprétation et discussions :

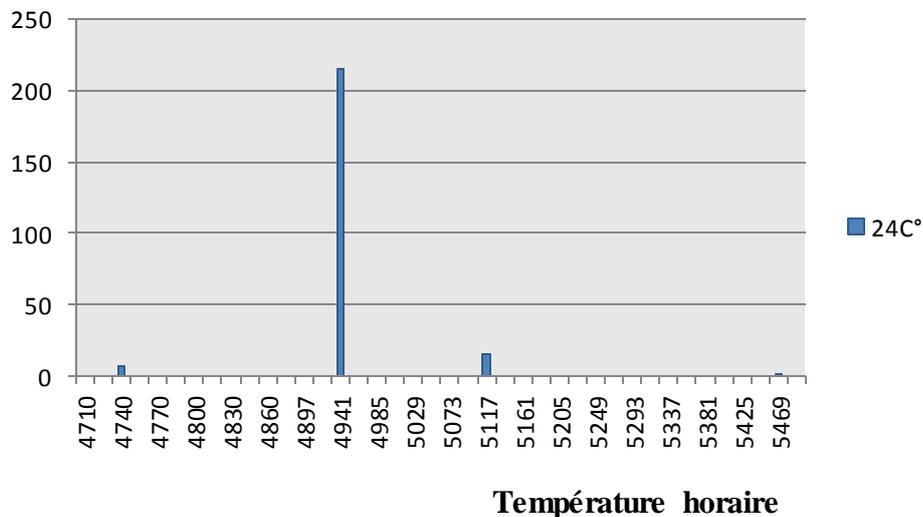
Pour cette espèce, un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9 °C (Marchenko, 2001 Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes débute le 04/05/2016 avec 2.92% et un cumul de 195°C, le 05/05/2016 avec 96.23% consomme une Somme effectives de 210°C à partir du jour d'émergence, le 06/05/2016 les individus consomme une valeur qui correspond à 225°C.

### III.1.4 - Estimation de la Somme des températures horaires (ADH) sur les individus de *Lucilia Sericata*

#### a- Résultats

Les résultats de somme des températures horaires (ADH) des populations de *L.sericata* sont représentés dans le tableau 18, Annexe III. D'après les valeurs données par (Marchenko, 2001 Wyss et Cherix , 2013) pour *L.sericata* , la somme des températures horaires (ADH) est de : 207°C x 24 = 4968°C

#### Adulte éclos



**Figure 47:** Somme des températures horaires du cycle complet 24C°

## Résultats

### b-Interprétation et discussions :

D'après le tableau 18 et la figure 47 Pour cette espèce, un cumul de 4968,0°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9°C (Marchenko, 2001), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes atteint le nombre maximal avec 89.95% le 05/04/2016 à 08:00 heure du matin avec un cumul de 4941°C.

### III.1.5 Estimation du sexe ratio et pourcentage de natalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de natalité concernent l'élevage de *Lucilia sericata* sont présentes dans les tableaux 19 et 20.

#### III.1.5.1- Identification du sexe ratio des individus

##### a-Résultat

Tableau 19 : Estimation du sexe ratio des individus de *Lucilia sericata* à 24°C:

	Mâles	Femelle	Sexe ratio
Boite 1	37	43	0.86
Boite 2	40	39	1.01
Boite 3	42	40	1.05
Total	119	122	0.97

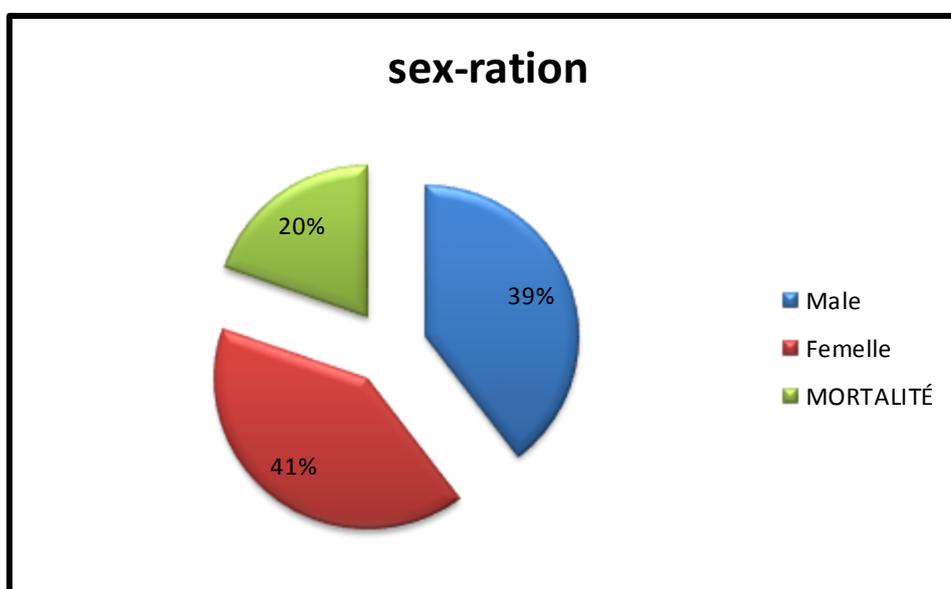


Figure 48: Présentation graphique de sexe ratio des individus éclos dans les 3 boites, élevage à 24 C° pour *Lucilia sericata*.

## Résultats

### a-Interprétation :

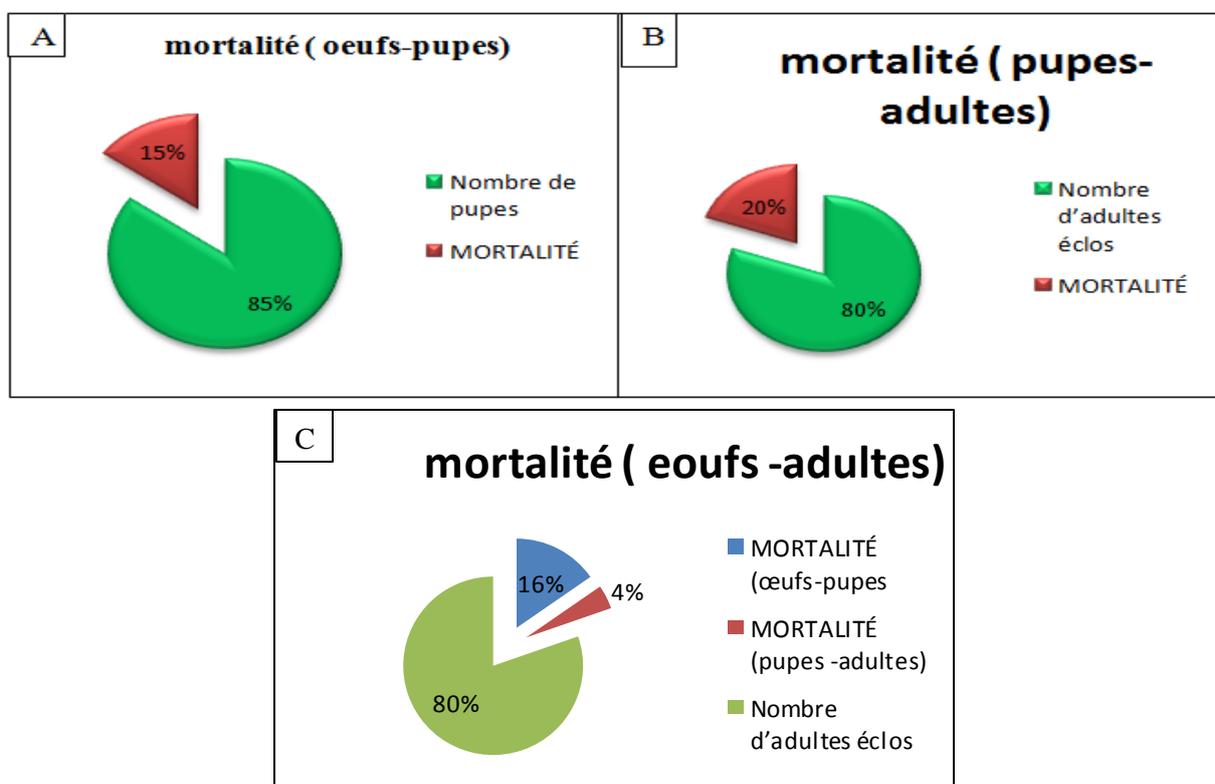
D'après le tableau 19 et la présentation graphique du sexe ratio de *Lucilia sericata* révèlent que dans la boîte n : 3 le nombre des mâles émergés est supérieure à celui des femelle par rapport au boîte n : 2 et 1 ou le sexe ratio est 1.01 et 0.86 respectivement. Dans ce cas nous remarquons que le nombre des mâles éclos est presque semblable à celui des femelle qui est de 41%, le reste étant le pourcentage de mortalité estimé à 20% (les individus qui non pas éclos).

### III.1.5 .2-Estimation du nombre de pupes et d'adulte émergé dans Les trois boites d'élevage

#### a- Résultat :

**Tableau 20:** Estimation du nombre de pupes et d'adulte émergé de l'élevage de *L. Sericata* à T 24C° par rapport au nombre d'œufs

Boite	Stade de développement		
	Nombre d'œufs	Nombre de pupes	Nombre d'adulte
Température moyenne journalière en incubateure 24C°			
<b>Boite 1</b>	100	85	80
<b>Boite 2</b>	100	84	79
<b>Boite 3</b>	100	85	82
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>254</b>	<b>241</b>



**Figure 49:** Présentation graphique de mortalité des individus éclos dans les 3 boites, élevage à 24 C° pour *Lucilia sericata*

(A) mortalité (œufs-pupes) (B) mortalité (pupes-adultes) (C) mortalité (œufs -adultes)

## Résultats

### b-Interprétation

D'après le tableau 20 et la présentation graphique 49, un nombre total de 254 qui ont atteints le stade pupes avec 15% de mortalité et 241 qui atteignent le stade adulte avec 20% de mortalité, aux total le pourcentage de mortalité et de 20%.

### III.2- A 27 °C

#### III.2.1 - Estimation de la fertilité des populations de *Lucilia sericata* capturées

##### a- Résultats

**Tableau 21:** Évaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22°C

	Boît	Mensuration pondérale	Nombre d'œufs
Lucilia Sericata	1	39	210
	2	37	200
	3	35	182

##### b-Interprétation et discussions:

D'après le tableau (21), le nombre d'œufs pendus est proportionnel à la taille des amas d'œufs plus le poids est grand plus le nombre d'œufs est élevé. Nos résultats concorde avec ceux trouvé par Marchenko : 35 à 40 mg d'œufs sont pesés, correspondant à 200 œufs ±20.

Après accouplement, les femelles de *L. sericata* nous ont donnée des amas d'œufs dont le poids varie: 39 – 37 – 35 mg avec un nombre d'œufs oscillant entre 210-200-182 œufs,

#### III.2.2- Évaluation de la durée de chaque phase du cycle de développement de *Lucilia sericata*

##### a- Résultats

Les résultats du suivi de l'élevage des œufs de *Lucilia sericata* à 27°C° sont montrés dans le tableau suivant.

**Tableau 22:** Estimation de la durée du cycle de développement de *Lucilia sericata* en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %) (Détail voir tableau 22-a annexe II)

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence		Total
			T° moyenne journalière en incubateur 27C°		
	28/04/2016	05/05/2016	09/05/2016	10/05/2016	
<b>Boite n°01</b>	100	86	80	5	<b>85</b>
<b>Boite n°02</b>	100	90	82	2	<b>84</b>
<b>Boite n°03</b>	100	82	78	3	<b>80</b>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>258</b>	<b>240</b>	<b>9</b>	<b>249</b>

##### b-Interprétation :

D'après le tableau ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes, pour chacun des stades de son développement. Pour cet élevage, l'observation des pupes s'effectuée 8 jours après la mise en élevage et les émergences débutent le 09/05/2016 par 240 adultes (96.38%), le 10/05/2016 avec 9 individus (3.61%), donc

## Résultats

6 jours après la date de pupaison. Au total, nous observons l'émergence de 249 individus sur 300 œufs prélevés, ce qui représente un taux d'émergence de 83 % sur l'ensemble de l'élevage .

### III.2.3 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode marchenko appliquée sur nos élevages

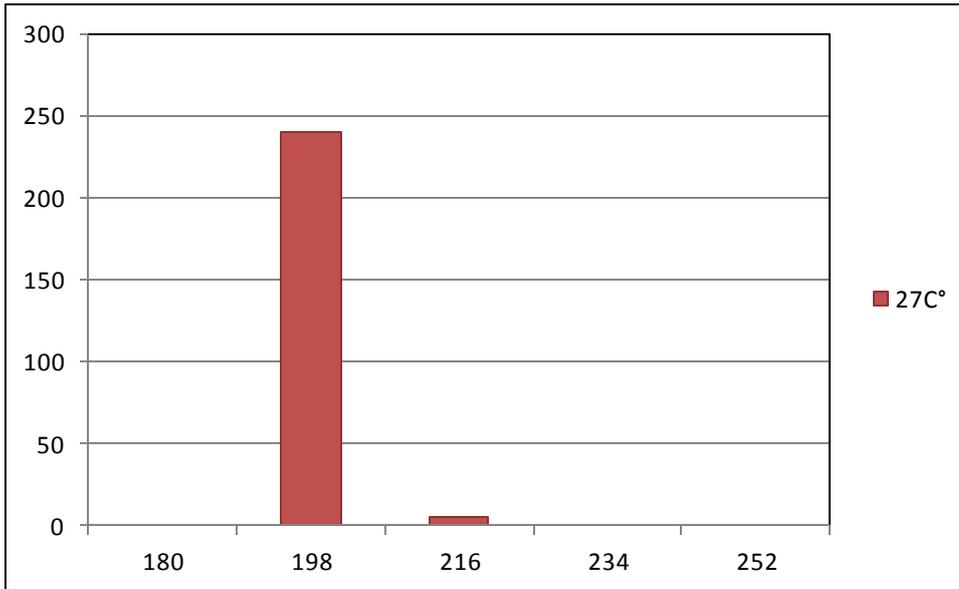
#### a-Résultats

Les résultats de l'estimations des températures effectives à partir du jour d'émergence de *Lucilia sericata* dans les trois boîtes d'élevages sont représentés dans le tableau 23

**Tableau 23:** Somme des T°C cumulées à partir du jour d'émergence de *Lucilia sericata* à 27°C

Dates	T°C moyennes (par jour)	T°C effectives	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Somme des T°C effectives à partir du jour d'émergence	Emergences <i>Lucilia sericata</i> - nombre observées
28/04/2016	27	18	0	0	0	
29/04/2016	27	18	18	18	18	
30/04/2016	27	18	36	36	36	
01/05/2016	27	18	54	54	54	
02/05/2016	27	18	72	72	72	
03/05/2016	27	18	90	90	90	
04/05/2016	27	18	108	108	108	
05/05/2016	27	18	126	126	126	
06/05/2016	27	18	144	144	144	
07/05/2016	27	18	162	162	162	
08/05/2016	27	18	180	180	180	
09/05/2016	27	18	198	198	198	240
10/05/2016	27	18		216	216	9

## Résultats



**Figure 50:** Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus à 27°C°

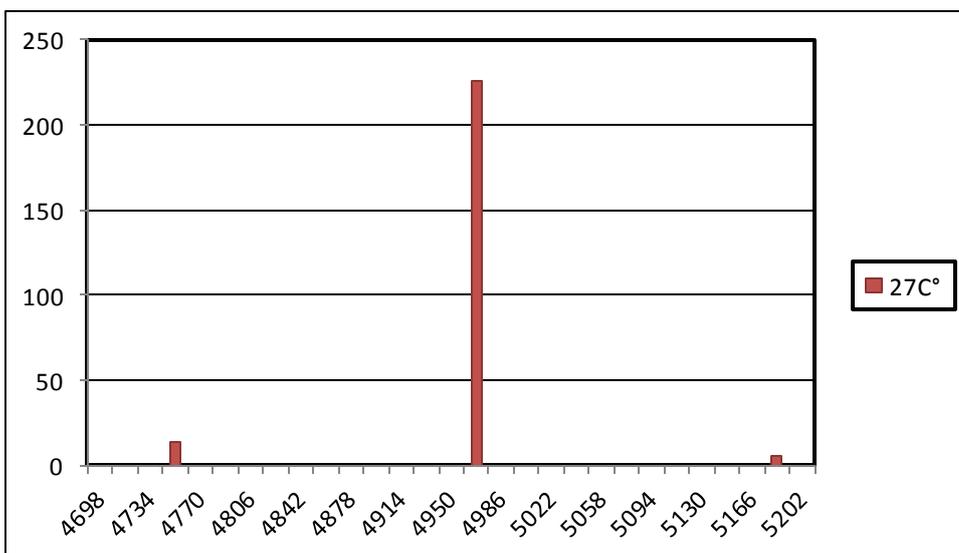
### b-Interprétation et discussions :

Pour cette espèce l'émergence des adultes débute le 09/05/2016 avec 96.38% et un cumul de 198°C, le 10/05/2016 (3.61%) consomme 216°C, d'après Marchenko(2001), un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9 °C en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête.

### III.2.4 - Estimation de la Somme des températures horaires (ADH) sur les individus de *L.sericata*

#### a-Résultats

Les résultats de somme des températures horaires (ADH) des populations de sont représentés dans le tableau 6, Annexe III



**Figure 51:** somme des températures horaires du cycle complet 27°C°

## Résultats

### b- Interprétation et discussions :

Pour cette espèce, un cumul de 4968,0°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9°C (Marchenko, 2001), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes atteint le nombre maximal avec 96.38 % le 09/05/2016 à 20:00 heure du soir avec un cumul de 4968°C.

### III.2.5 Estimation du sexe ratio et pourcentage de natalité des individus émergés

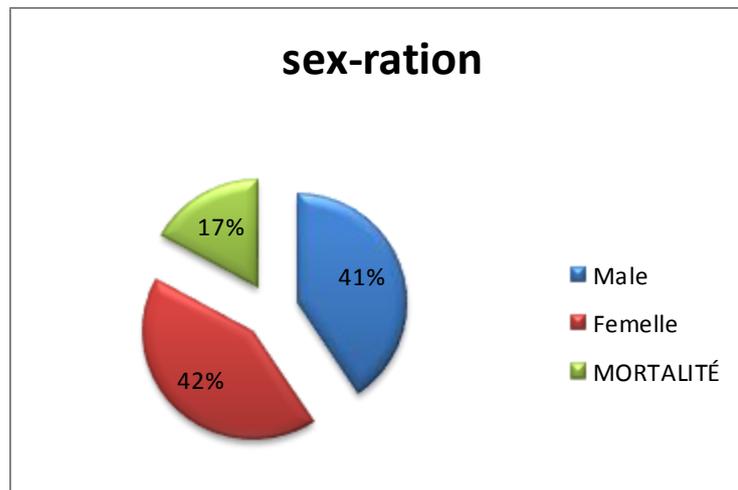
#### III.2.5.1- Identification du sexe ratio des individus

Les résultats du sexe ratio et la mortalité concernent l'élevage 1 de *Lucilia sericata* sont présentes dans les tableaux 25 et 26.

#### a- Résultats

**Tableau 25:** Estimation du sexe ratio pour l'élevage 2 de *Lucilia sericata* à température 27°C :

	Mâles	Femelle	Sexe ratio
<b>Boite 1</b>	40	45	0,88
<b>Boite 2</b>	44	40	1,1
<b>Boite 3</b>	38	42	0,90
<b>Total</b>	122	127	2,88



**Figure 53:** Présentation graphique de sexe ratio des individus éclos dans les 3 boîtes, élevage à 27 C° pour *Lucilia sericata*.

#### b-Interprétation

D'après le tableau 25 et la présentation graphique 53 de sexe ratio des *Lucilia sericata* révèle que dans la boîte n : 2 le nombre des mâles émergés est supérieure à celui des femelle par rapport au boîte n : 3 le sexe ratio est 0.90 en faveur des femelle, et pour la première boîte le sexe ratio à 0.88 par rapport au nombre des femelle qui égale à 45.

Dans ce cas nous remarquons que le nombre des mâles éclos est presque semblable à celui des femelle qui est de 42%, est le reste c'est le pourcentage de mortalité 17% (les individus qui non pas éclos).

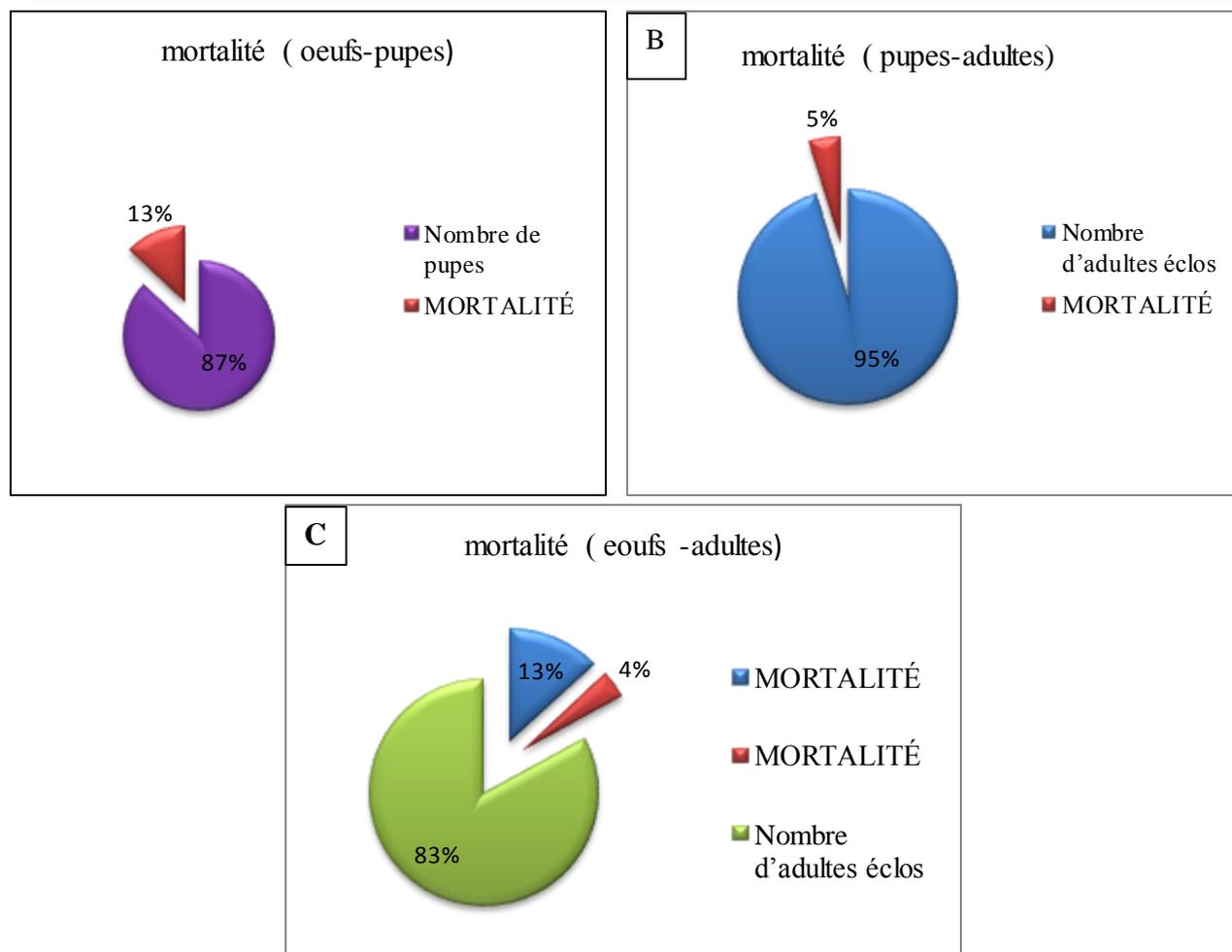
## Résultats

### III-2-5-2- Evaluation des natalités des populations *Lucilia siricata* :

#### a- Résultats

**Tableau 26:** Estimation du nombre d'émergence de pupes et d'adultes dans l'élevage de *Lucilia siricata* à 27C° par apport au nombre d'œufs.

Boite	Stade de développement		
	Nombre d'œufs	Nombre de pupes	Nombre d'adulte
Température moyenne journalière en incubateure 27C°			
Boite 1	100	87	85
Boite 2	100	90	84
Boite 3	100	75	80
Total	300	252	249



**Figure 54:** Présentation graphique de mortalité des individus éclos dans les 3 boîtes, élevage à 27 C° pour *Lucilia sericata*.

A : mortalité (œufs-pupes) B- mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs –adultes)

## Résultats

---

### **b-Interprétation :**

D'après le tableau et la présentation graphique un nombre total de 252 qui ont atteints le stade pupe avec 13% de mortalité et 249 qui atteignent le stade adulte avec 5% de mortalité, au total le pourcentage de mortalité est de 17%

Dans ce cas on observe que la mortalité chez *Lusilia ericata* à 24°C est supérieure à celle de 27°C

# **Discussion**

Notre expérimentation c'est déroulé à l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN) à bouchaoui .Des abats de volaille ont été choisis comme support pour menées notre recherche. Un total de 106 individus appartenant à 2 ordres et 4 familles. a été récolté représentées par les familles de: Calliphoridae, Sarcophagédæ, Muscidae et vespidae. Les insectes nécrophages sont arrivés dans les minutes qui suivent la disposition des pièges, cela peut être dû aux conditions climatiques qui étaient favorables à l'activité des insectes. Les espèces les plus représentatives sont *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina* de la famille des Calliphoridae, et *Musca domestica* (famille des muscidae) avec un pourcentage de 33,6% et 41,05% respectivement. *C. vicina* était présente jusqu'au dernier jour de piégeage.

À partir des années soixante jusqu'à nos jours, beaucoup d'auteurs se sont intéressés à l'étude de la succession des insectes nécrophages sur des cadavres des vertébrés (Payne, 1965 ; Anderson, 2001; Richards et Goff, 1997 ; Bharti et Singh, 2003 ; Schroeder et al., 2003 ; Arnaldos et al., 2005 ; Grassberger et Frank, 2004 ; Matuszewski et al., 2008, 2010, 2011; Al-Mesbah, 2010 ; Segura et al., 2011 ; Castro, 2011 ; Wahizatul et Wuen, 2011 ; Benbow et al., 2013 ; Horenstein et al., 2013 ; Pastula et Merritt, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

Cette espèce a été observée avec des effectifs élevés par de nombreux auteurs dans différentes régions du monde, mais surtout en Europe (Coban, 2009 ;Wyss et al., 2003 ; Castro, 2011 ; Castro et al., 2012 ; Charabidzé et al., 2012, Frederickx et al., 2012 ; Gennard, 2012 ; Wyss et Cherix, 2013).

Hall, (1995) précis qu'il n'existe pas de solution idéale permettant une capture optimale de l'ensemble des espèces (Hall 1995). Le mode de piégeage retenu ici repose sur l'attraction olfactive des insectes par un appât placé au centre d'un dispositif de capture. Cette méthode, déjà utilisée lors d'études similaires, présente l'avantage d'être spécifique aux espèces nécrophages.

*Lucilia sericata* aussi a été identifiée parmi les premiers colonisateurs au cours des saisons chaudes en Allemagne (Schroeder et al., 2003), en Inde (Bharti et Singh, 2003 ; Sathe et al., 2013), en Algérie (Filali, 2011 ; Hamel, 2011 ; Taleb et al., 2013), au Portugal (Castro, 2011 ; Castro et al., 2012) en Turquie (Coban, 2009 ; Açikgoz, 2008) et en Suisse (Wyss et Cherix, 2013). Elle est considérée en Grande-Bretagne comme espèce indicatrice de la lumière du soleil (Gennard, 2012). Ces observations expliquent sa présence durant notre étude.

Concernant l'élevage, chaque espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement pour un régime de température donnée. En effet, pour les deux expériences ou nous avons pris le même nombre d'œufs des deux espèces *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata* a savoir cent (100) œufs. , les résultats des élevages des œufs réalisés sont différents entre *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*.

Pour *Calliphora vicina* à 24°C, une émergence de 209 adultes a été obtenue soit un taux de 69.66% dans une période de 17 jours, à 27°C l'émergence de 200 individus avec 66.66% dans une période de 15 jours, soit une différence de 2 jours.

Des études menées par (Reiter, 1984 ;Kamel, 1958 ; Greenberg, 1991) , signale que *Calliphora vicina* à 23°C à besoin de 21 jours pour achever son cycle de développement , de même son élevage à 27°C de 249 adultes émergés avec un taux de 83 % dans une période de 13 jours. Une espèce exposée à des températures différentes présente un cycle de développement différent.

MARCHENKO (Marchenko, 1988) a mis au point une méthode de calcul qui tient compte des températures moyennes journalières, dont le principe est basé sur un seuil de température où les larves ne se développent pas. Pour celles-ci, seules comptent les températures effectives, définies comme la différence entre la température moyenne (24 heures) et le seuil inférieur de développement.

Pour effectuer la totalité de son cycle, chaque espèce nécessite une constante de chaleur (somme des températures effectives nécessaires pour un développement complet). L'auteur affirme que la marge d'erreur est de l'ordre de  $\pm 24$  heures, voire inférieure à un jour.

L'accumulation des degrés jours (ADD) a été réalisée avec les espèces de première génération, chez *Calliphora vicina* à 24°C un cumul de 374 degrés/jours est nécessaire pour atteindre leur cycle de développement et 379°C pour la température 27°C. Ces observations sont en accord avec d'autres auteurs qui désignent que pour cette espèce, un cumul de 388 °C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 2 °C (Marchenko, 2001 Wyss et Chérix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête.

Concernant *Lucilia sericata* à 24°C un cumul de 210 degrés/jours qui est nécessaire pour atteindre son cycle de développement. A la température 27°C, cette espèce a besoin de 198 degrés/jours, en effet, un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9 °C (Marchenko, 2001), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête.

Concernant , ADH et on suivant le même principe de la méthode de MARCHENKO (Marchenko, 1988) , en tenant compte des températures horaires, *Calliphora vicina* a nécessité un cumul de 9328°C pour obtenir un adulte à 24 °C et 9300°C à la température de 27°C. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par (Marchenko, 1988). Concernant les résultats de *Lucilia sericata* à 27°C, ils sont en accord avec les valeurs citées par (Marchenko, 1988 ; Kamel, 1958 ; Wyss et Chérix, 2013), avec une légère variation à celle de la température 24°C.

Chez *C. vicina*, *L. sericata*, le sex-ratio des adultes émergés est à la faveur des femelles. En effet, le sex-ratio des œufs des Calliphoridae est généralement 50:50. Les mêmes observations ont été également signalées par Queiroz et al. (1996), Serra et al. (2007) et Souza et al. (2012).

Dans notre étude, le taux de mortalité (œufs-adulte) ne dépassait pas 33 %. Comme il a été signalé, les Figures (44-45 / 55-56, Annexe IV), un linéaire de  $R^2=1$  ceux-ci signifient qu'il n'existe pas une relation entre la température et la mortalité, ainsi que la présence du parasite on est aussi la cause

La découverte de *Nasonia vitripennis* (AnnexeIV) (Werren, 2000) dans nos élevages a semblé-t-il eu des conséquences assez particulières. Ce petit parasite pond ses œufs dans les pupes de nombreuses espèces de mouches et principalement dans les pupes des Calliphoridae. Il est présent dans le monde entier. Lorsque la femelle de ce parasite trouve des pupes (hôtes), elle les examine et elle leur injecte un venin.

Le but de cette injection est de ralentir le développement de l'hôte, voire le tuer. Puis, *Nasonia vitripennis* va pondre ses œufs dans la puppe, œufs qui vont par la suite se nourrir de l'hôte et se développer jusqu'au stade adulte.

# **Conclusion et perspective**

### Conclusion

L'entomologie médico-légale s'intéresse à l'utilisation des insectes prélevés sur un corps pour estimer le moment du décès. Affiliée à la médecine légale, cette discipline entomologique se trouve en fait à la croisée entre physiologies, écologie. Dans notre étude nous avons obtenu un nombre suffisant d'insectes qui permet de conclure que le mode de piégeage que nous avons utilisé a joué un rôle.

D'après les résultats obtenus dans les deux expériences mentionnées ci-dessus, nous pouvons conclure que les températures 24 °c et 27°C dans l'étuve ont influencé sur le développement des œufs jusqu'à l'émergence par rapport au temps écoulé, où plus la température augmente plus la durée du cycle de développement diminue donc une corrélation positive.

Notre résultat a été comparé avec d'autres travaux essentiellement Européenne, une légère variation entre a été noté.

### Perspectives

- ✓ Refaire le travail en prolongeant la période d'échantillonnage.
- ✓ Elargissement de l'étude sur le totale des espèces récoltés.
- ✓ Minimiser le temps de Séparation afin de préserver les œufs.
- ✓ Répéter le travail tout en augmentant la population initiale( œufs) et le nombre de répétition.
- ✓ Prendre en considération l'importance des phases larvaires.
- ✓ Etude de l'influence des températures largement différentes ainsi que d'autres paramètres sur le cycle de développement.
- ✓ Refaire le cycle avec les générations qui se suivent

- Al-Mesbah H., Moffatt C., El-Azazy O.M.E. et Majeed Q.A.H. 2012. The decomposition of rabbit carcasses and associated necrophagous Diptera in Kuwait. *Journal of Forensic Sciences.*, 217:27-31.
- Amendt J., Campobasso C.P., Goff L.M. et Grassberger M. 2010. Current Concepts in Forensic Entomology. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 376 p.
- Amendt J., Krettek R. et Zehner R. 2004. Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91:51-65.
- Amendt J., Richards C.S., Campobasso C.P, Di Vella G., Introna F. 2001. Factors affecting decomposition and Deptera colonization. *Forensic Science International.*, 120:18-27.
- Amendt J., Zehner R. and Reckel F. 2008. The nocturnal oviposition behaviour of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. *Forensic Sci. Int.*, 175: 61-64.
- Amendt J., Richards C.S., Campobasso C.P., Zchner R. and Hall M.J.R. 2011. Foensic entomology: applications and limitations. *Forensic science, medicine, and pathology.*, 7(4):379-92.
- Amendt J., Campobasso C., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H., Hall M.J.R. 2006. Best practice in forensic entomology: standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine.*, 121 : 1-1.
- Anderson G.S. 2001 - Insect Succession on Carrion and its Relationship to Determining Time of Death. In J.L. Byrd and J.H. Castner (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*, pp. 143-175. CRC Press, Boston.
- Anderson G.S. 2009. Factors that Influence Insect Succession on Carrion. In J.L. Byrd and J.H. Castner (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigation .*, 2: 210-250. CRC Press, Boca Raton
- Anton E., Niederegger S., Beutel R. G. 2011. Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in h uringia and their forensic implications. *Medical and Veterinary Entomology.*, 25: 353-64.
- Archer M.S. 2003. Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses : implications for succession studies in forensic entomology. *Australian Journal of Zoology.*, 51: 569-576.
- Archer M.S. and Elgar M.A. 2003. Female breeding-site preferences and larval feeding strategies of carrion-breeding Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera): a quantitative analysis. *Australian J. Zool.*, 51.
- Arnaldos M. I., Garcia M. D., Romera E., Presa J.J. et Luna A. 2005 - Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*, 149: 57-65.
- Arnott S. et Turner. B. 2008. Post-feeding larval behavior in the blowflay, *Calliphora vicina* :effects on post mortem interval estimates. *Forensic Science International.*, 177:162-7.
- Ash N. and Greenberg B. 1975. Developmental temperature responses of the sibling species *Phaenicia sericata* and *Phaenicia pallescens*. *Ann Entomol Soc Am.*,68:197-200.
- Anonyme b [Arnaldos et Luma A., 2005]. [page consultée le 01/07/2010].

- Barton Brown L., Bartell R.J., Van Gerwen A.C.M. and Lawrence L.A. 1976. Relationship between protein ingestion and sexual receptivity in females of the Australian sheep blowfly *Lucilia cuprina*. *Physiological entomology.*, 1.
- Benecke M. 2001. Forensic entomology: The next step. *Forensic Science International.*,(1-2):1-120.
- Bergeret M. 1855. Infanticide, momification naturelle du cadavre. *Annal Hygiène Médicale et Légale.*, 4:442-452.
- Bourel B., Call et B., Hedouin V. and Gosset D. 2003. Flies eggs: a new method for the estimation of short-term post-mortem interval. *Forensic Science International.*, 135(1): 27-34.
- Bourel B., Hedouin V., Gosset D. 2001. Entomologie médico-légale appliquée à un cas de momification. *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)*, 36: 287-90.
- Braack L.E. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland. *Oecologia.*, 72: 402-9.
- Byrd J.H. et Castner J.L. 2000. Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. *CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C.*, 418 p.
- Byrd J.H. et Castner J.L. 2009. Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. *CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.*, 705 p.
- Campan M. 1977. Orientation behavior of *Calliphora vicina* (Diptera) females to the scent of the laying site. Role of the ovary. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 31: 442-50.
- Campobasso C.P., Di Vella G. and Introna F. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *forensic science international.* 120: 18-27.
- Charabidz. D. 2008. Étude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale, thèse doctorat , Lille.
- Charabidzé D. 2012. La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, 48 (3-4):239-252.
- Charabidze D., Bourel B., Gosset D. 2011. Larval-mass effect: Characterisation of heat emission by necrophagous blowflies (Diptera: Calliphoridae) larval aggregates. *Forensic Science International.*, 211 : 61-6.
- Charabidze D., Bourel B., Morvan G., Hedouin V., Gosset D. 2008. ForenSeek, un programme de simulation et d'expertise dédié à l'entomologie médico-légale. *Journal de médecine légale droit médical.*, 51: 131-140.
- Carter D. O. and Tibbett M. 2006. The decomposition of skeletal muscle tissue (*Ovis aries*) in a sandy loam soil incubated at different temperatures. *Soil boil. Biochem.*, 38: 1139-45.
- Carter D.O., Yellowlees D. et Tibbett M. 2007. Cadaver decomposition in terrestrialecosystems. *Naturwissenschaften.*, 94(1):12-24.

## *Références bibliographiques*

---

- Castro P.C., Serrano A., Martins Da Silva P. et García M.D. 2012 - Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*, 26(4):417-31.
- Castro P.C.B. 2011 - Seasonal carrion Diptera and Coleoptera communities from Lisbon (Portugal) and the utility of forensic entomology in legal medicine. Thèse de Doctorat. Universidade de Lisboa, Lisbonne (Portugal), 171 p.
- Davies L. 1990. Species composition and larval habitats of blowfly (Calliphoridae) populations in upland areas in England and Wales. *Medical and Veterinary Entomology*., 4: 61-68.
- Dekeirsschieter J., Verheggen F., Gohy M., Lognay G. and Haubruye E. 2008. what smell a decaying pig's carcasses, 7<sup>th</sup> meeting of the European Association for forensic.
- Dekeirsschieter J. 2012. Etude des interactions entre l'entomofaune et un cadavre : approches biologique, comportementale et chémo-écologique du coléoptère nécrophage, *Thanatophilus sinuatus* Fabricius (Col., *Silphidae*). Thèse de Doctorat, Université De Liege –Gembloux Agro-Bio Tech., 284 p.
- Dekeirsschieter J., Verheggen F. J., Haubruye E., Brostaux Y. 2011. Carrion beetles visiting pig carcasses during early spring in urban, forest and agricultural biotopes of Western Europe. *Journal of Insect Science (Online)*., 11: 73.
- Fisher P., Wall R. and Ashworth J. R. 1998. Attraction of the sheep blowfly *Lucilia sericata* (Diptera : Calliphoridae) to carrion bait in the field. *Bull. Entomol Research* .,86: 611-616.
- Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F.J. et Haubruye E. 2013. The community of Hymenoptera parasitizing necrophagous Diptera in an urban biotope. *Journal of Insect Science*., 13:32.
- Gaudry E., Dourel L., Chauvet B., Vincent B. et Pasquerault T. 2007. L'entomologie légale : lorsque insecte rime avec indice. *Revue Francophone des Laboratoires*., 392:23-32.
- Gennard D.E. 2007. Forensic Entomology: an Introduction. Ltd John Wiley Sons, 224 p.
- Grassberger M. et Frank C. 2004 - Initial study of arthropods succession on pig carrion in a central European urban habit. *Journal of Medical Entomology*, 41:511-523.
- Greenberg B. 1990. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *J Med Entomol.*, 27: 807-10.
- Greenberg B. 1991. Flies as forensic indicators. *Journal Medical Entomology*., 28:565-77.
- Greenberg B. and Kunich J.C. 2005. Entomology and the law. Flies as Forensic Indicators. Cambridge University Press, Cambridge, 306 p.
- Gupta A. & Setia P. 2004. Forensic entomology: Past, Present and Future. *Aggrawal's Internet journal of Forensic Medicine and Toxicology*., 5 (1):50-53.
- Haglund W. D. and Sorg M. H. 1997. Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains. CRC Press, Boca Raton, 884pp.

- Hainsworth F. R. F. G., Precup E. 1990. Rates of energy processing by blowflies : the uses for a joule vary with food quality and quantity. *J. Exp. Biol.*, 150: 257-68.
- Hall R.D. 2001. Introduction: Perceptions and Status of Forensic. In J. H. Castner and J. L. Byrd (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*, p.1-16, CRC Press, Boston.
- Hall R. D. K. E. (1993). Length of time after Death : effect on attraction and oviposition or larviposition of midsummer blowflies (Diptera : Calliphoridae) and Fleshflies (Diptera : Sarcophagidae) of medicolegal importance in Missouri. *Ecology and Population Biology.*, 86: 589-93.
- Hall R.D. et Huntington T.E. 2009. Introduction: Perception and Status of Forensic Entomology. In J.H. Castner and J.L. Byrd (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton, Florida., 1-16.
- Hewadikaram K. A. and Goff M. L. 1991. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *American J. Forensic Med. Pathology.*, 12: 235-40.
- Kelling J. B. G. and DenOtter C. J. 2000. Effect of age and sex on the sensitivity of antennal and palpal olfactory cells of houseflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata.*, 106: 45-51.
- Kuusela S. H. I. 1982. The structure of carrion fly communities : the size and the type of carrion. *Holarctic Ecology.*, 5: 337-348.
- Lane R.P. 1975. An investigation into blowfly(Diptera Calliphoridae) succession on corpses. *Journal of Natural History.*, 9:581-588.
- Leclercq M. 1978. Entomologie et médecine légale. Datation de la mort. Collection de Médecine légale et de Toxicologie médicale n° 108, Masson, Paris, 100 p.
- Leclercq M. et Verstraeten, C. 1992. Eboueurs entomologiques bénévoles dans les écosystèmes terrestres. *Notes fauniques de gembloux.* 25: 17-23.
- Lewis A. J. et Benbow B. E. 2011. when entomological evidence crawls away: *Phormia regina* en masse larval dispersal. *Journal of Medical Entomology.*, 48(6): 1112-1119.
- Mann R.W., Bass W.M. et Meadows B.A. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences.*, 35: 103-111.
- Marchenko M.L. 2001. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Science International.*, 120:89-109.
- Matuszewski S., Konwerski S., Szafałowicz M., Frączak K., Szpila K. et Bajerlein D. 2013. Effect of carcass weight and clothing on decomposition, abundance and residency of insects on carcasses. 10th Meeting of the European Association for Forensic Entomology, 10th- 13th april 2013, Coimbra, Portugal.
- Megnin J. P. 1894. La faune des cadavres: application de l'entomologie à la médecine légale. Gauthier-Villars et fils, Paris, 224 p.

- Mégnin R. 1894. La faune des cadavres : Application de l'entomologie à la médecine légale. Masson, Paris. 214 p.
- Moretti T.C., Russ Solis D.R. et Godoy W.A.C. 2013. Ants (Hymenoptera: Formicidae) Collected with Carrion-Baited Traps in Southeast Brazil. *The Open Forensic Science Journal*, 6:1-51
- Moura M.O., Carvalho C.J.B. et Monteiro-Filho E.L.A. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92:269-274.
- Niederegger S., Pastuschek J. & Mall G. 2010. Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies. *Forensic Science International*, 199: 72-78.
- Parker M.A., Benecke M., Byrd J.H., Hawkes R. & Brown R. 2009. Entomological alteration of bloodstain evidence. In J.H. Castner and J.L. Byrd (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton., 2: 539- 580.
- Pastula E.C. et Merritt R.W. 2013. Insect Arrival Pattern and Succession on Buried Carrion in Michigan. *Journal of Medical Entomology*, 50(2):432-439.
- Payne J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46:592-602.
- Queiroz M.M.C. 1996 - Algumas características do comportamento reprodutivo e observações preliminares sobre o horário de oviposição de *Chrysomia albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae), em laboratório. *Revista Brasileira De Entomologia*, 30:133-136.
- Sathe T.V., Sathe A. et Sathe N.T. 2013. Diversity of dipterous forensic insects from Western maharashtra, India. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4(2):173-179.
- Singh D. and Bharti M. 2001. Further observations on the nocturnal oviposition behaviour of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Sci. Int.*, 120: 124-6.
- Smith K. G. V. 1986. A manual of forensic entomology. Trustees of the British Museum (Natural history), London.
- Souza A.S.B., Keppler R.L.F. et Agra D.B. 2012 - Development period of forensic importance Calliphoridae (Diptera: Brachycera) in urban area under natural conditions in Manaus, Amazonas, Brazil. *Entomo Brasiliis*, 5:99-105.
- Stoffolano J. G. 1974. Influence of diapause and diet on the development of the gonads and accessory reproductive glands of the black blowfly *Phormia regina* (Meig.). *Canadian Journal of Zoology*, 54: 981-88.
- Stoffolano J. G. Jr., Duan H. and Yin C. M. 1995a. Crop and midgut filling and emptying in a female *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) fed a liver diet. *J Med Entomol.*, 32: 190-4.
- Stoffolano J. G. Jr. M. F., Li J. A., Sutton Jr. and Yin C. M. 1995b. Faeces feeding by adult *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae): impact on reproduction. *Med Vet Entomol.*, 9: 388-92.

- Tessmer J. W., Meek C. L., and Wright V. L. 1995. Circadian patterns of oviposition by necrophilous flies (Diptera : Calliphoridae) in southern Louisiana. *Southwestern Entomologist.*, 20: 439-445.
- Tibette M., Carter D. O., Haslam T., Major R., and R. Haslam. 2004. A laboratory incubation method for determining the rate of microbiologic degradation of skeletal muscle tissue in soil. *J.Forensic Sci.*, 49: 560-5.
- Vass A. A. 2001. Beyond the grave understating human decomposition. *Microbiology Today* 28.
- Vass A. A., Smith R. R., Thompson C. V., Burnett M. M., Wolf D. A., Synstelien J. A., Dulgerian N., Eckenrode B. A. 2004. Decompositional odor analysis database. *Journal of Forensic Sciences.*, 49: 760-9.
- Wall R. 1993. Reproductive output of the blowfly, *Lucilia sericata*. *Journal of Insect Physiology.*, 9: 743-50.
- Wells J.D. and Stevens J.R. 2009. Molecular Methods for Forensic Entomology. In J.H. Castner and J.L. Byrd (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton., 2: 437-452.
- Wooldrige J., Scrase L., and Wall R. 2007. Flight activity of the blowflies, *Calliphora vomitoria* and *Lucilia sericata*, in the dark. *Forensic Science International.*, 172: 94-97.
- Wyss C. et Cherix D. 2006. *Traité d'Entomologie Forensique: Les insectes sur la scène de crime*. Presses Polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne., 317 p.
- Wyss C. et Cherix D. 2013. *Traité d'Entomologie Forensique: Les insectes sur la scène de crime*. Presses Polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne., 317 p.
- Wahizatul A.A. et Wuen J.C.T. 2011 - Comparative study of dipteran diversity and their succession on rabbit carrion in two different hilly areas. International conference on life science held by Universiti Malaysia Terengganu, 11th-13th July 2011, Kuala Terengganu (Malaysia), pp. 48-54.



# **Annexes**

**Annexe I**

**I. Présentation du milieu d'étude :**



**Figure 17:** Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN) (Photo originale).

**2. Méthodes**

**2-c- conduite d'élevage**



**Figure 30 :** pupes (Originale)



**Figure 31 :** l'émergence d'un adulte (Originale)

## Annexe

### Annexe II

**Tableau 4.a** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Calliphora vicina* en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %).

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence					Totale
			T° moyenne journalière en incubateur 24C°					
			07/04/2016		08/04/2016		09/04/2016	
	22/03/2016	28/03/2016	16 :00	20 :00	08 :00	16 :00	09/04/2016 6	
							08 :00	
<b>Boite n°01</b>	100	85	2	2	60	3	3	70
<b>Boite n°02</b>	100	91	1	3	65	4	2	75
<b>Boite n°03</b>	100	71	3	2	55	3	1	64
			5	7	180	10		
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>247</b>	<b>12</b>		<b>190</b>		<b>6</b>	<b>209</b>

**Tableau10-a** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Caliphora vicina* en conditions contrôlées (température : 27 °C ; humidité relative : 70 %).

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence					Totale
			T° moyenne journalière en incubateur 27C°					
			12/05/2016	13/05/2016		14/05/2016		
	28/04/2016	06/05/2016	20 :00	08 :00	16 :00	20 :00	08 :00	
<b>Boite n°01</b>	100	85	0	1	8	60	1	70
<b>Boite n°02</b>	100	76	1	0	1	63	0	65
<b>Boite n°03</b>	100	87	0	1	3	60	1	65
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>248</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>185</b>	<b>2</b>	<b>200</b>

## Annexe

**Tableau16-a** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Lucilia sericata* en conditions contrôlées (température : 24 °C ; humidité relative : 70 %).

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence T° moyenne journalière en incubateur 24C°				Totale
			04/04/2016	05/04/2016		06/04/2016	
	22/03/2016	27/03/2016	20 :00	08 :00	16 :00	08 :00	
<b>Boite n°01</b>	100	97	3	70	4	1	<b>80</b>
<b>Boite n°02</b>	100	79	2	71	5	1	<b>79</b>
<b>Boite n°03</b>	100	90	2	74	6	0	<b>82</b>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>266</b>	<b>7</b>	215	15	<b>2</b>	<b>239</b>
				<b>230</b>			

**Tableau16-a** : Estimation de la durée du cycle de développement de *Lucilia sericata* en conditions contrôlées (température : 27 °C ; humidité relative : 70 %).

Boite	Date d'élevage	Date de pupaison	Émergence T° moyenne journalière en incubateur 27C°			Totale
			09/05/2016	10/05/2016		
	28/04/2016	05/05/2016	08 :00	20 :00	08 :00	
<b>Boite n°01</b>	<b>100</b>	86	5	75	1	85
<b>Boite n°02</b>	<b>100</b>	90	5	77	5	84
<b>Boite n°03</b>	<b>100</b>	82	4	74	3	80
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>258</b>	14	226	<b>9</b>	<b>249</b>
			<b>240</b>			

# Annexe

## Annexe III

**Tableau 6 :** Somme des températures horaires du cycle complet de *Calliphora vicina* à 24°C

Dates		T°C horaires	T°C effectives	Nombre d'adultes édos <i>Calliphora vicina</i>	Sommes des T°C effectives pour les émergences
Jour	Heure				
22/03/2016	16 h	24	22		0
	17 h	24	22		22
	18 h	24	22		44
	19 h	24	22		66
	20 h	24	22		88
	21 h	24	22		110
	22 h	24	22		132
	23 h	24	22		154
23/03/2016	0 h	24	22		176
	1 h	24	22		198
	2 h	24	22		220
	3 h	24	22		242
	4 h	24	22		264
	5 h	24	22		286
	6 h	24	22		308
	7 h	24	22		330
	8 h	24	22		352
	9 h	24	22		374
	10 h	24	22		396
	11 h	24	22		418
	12 h	24	22		440
	13 h	24	22		462
	14 h	24	22		484
	15 h	24	22		506
	16 h	24	22		528
	17 h	24	22		550
	18 h	24	22		572
	19 h	24	22		594
	20 h	24	22		616
	21 h	24	22		638
	22 h	24	22		660
	23 h	24	22		682
24/03/2016	0 h	24	22		704
	1 h	24	22		726
	2 h	24	22		748
	3 h	24	22		770
	4 h	24	22		792
	5 h	24	22		814
	6 h	24	22		836
	7 h	24	22		858
	8 h	24	22		880
	9 h	24	22		902
	10 h	24	22		924
	11 h	24	22		946
	12 h	24	22		968
	13 h	24	22		990
	14 h	24	22		1012
	15 h	24	22		1034
	16 h	24	22		1056
	17 h	24	22		1078
	18 h	24	22		1100
	19 h	24	22		1122
	20 h	24	22		1144
	21 h	24	22		1166
	22 h	24	22		1188
	23 h	24	22		1210
25/03/2016	0 h	24	22		1232
	1 h	24	22		1254
	2 h	24	22		1276
	3 h	24	22		1298
	4 h	24	22		1320
	5 h	24	22		1342
	6 h	24	22		1364
	7 h	24	22		1386
	8 h	24	22		1408
	9 h	24	22		1430
	10 h	24	22		1452
	11 h	24	22		1474
	12 h	24	22		1496
	13 h	24	22		1518
	14 h	24	22		1540
	15 h	24	22		1562
	16 h	24	22		1584
	17 h	24	22		1606

## Annexe

	18 h	24	22	1628
	19 h	24	22	1650
	20 h	24	22	1672
	21 h	24	22	1694
	22 h	24	22	1716
	23 h	24	22	1738
26/03/2016	0 h	24	22	1760
	1 h	24	22	1782
	2 h	24	22	1804
	3 h	24	22	1826
	4 h	24	22	1848
	5 h	24	22	1870
	6 h	24	22	1892
	7 h	24	22	1914
	8 h	24	22	1936
	9 h	24	22	1958
	10 h	24	22	1980
	11 h	24	22	2002
	12 h	24	22	2024
	13 h	24	22	2046
	14 h	24	22	2068
	15 h	24	22	2090
	16 h	24	22	2112
	17 h	24	22	2134
	18 h	24	22	2156
	19 h	24	22	2178
	20 h	24	22	2200
	21 h	24	22	2222
	22 h	24	22	2244
	23 h	24	22	2266
27/03/2016	0 h	24	22	2288
	1 h	24	22	2310
	2 h	24	22	2332
	3 h	24	22	2354
	4 h	24	22	2376
	5 h	24	22	2398
	6 h	24	22	2420
	7 h	24	22	2442
	8 h	24	22	2464
	9 h	24	22	2486
	10 h	24	22	2508
	11 h	24	22	2530
	12 h	24	22	2552
	13 h	24	22	2574
	14 h	24	22	2596
	15 h	24	22	2618
	16 h	24	22	2640
	17 h	24	22	2662
	18 h	24	22	2684
	19 h	24	22	2706
	20 h	24	22	2728
	21 h	24	22	2750
	22 h	24	22	2772
	23 h	24	22	2794
28/03/2016	0 h	24	22	2816
	1 h	24	22	2838
	2 h	24	22	2860
	3 h	24	22	2882
	4 h	24	22	2904
	5 h	24	22	2926
	6 h	24	22	2948
	7 h	24	22	2970
	8 h	24	22	2992
	9 h	24	22	3014
	10 h	24	22	3036
	11 h	24	22	3058
	12 h	24	22	3080
	13 h	24	22	3102
	14 h	24	22	3124
	15 h	24	22	3146
	16 h	24	22	3168
	17 h	24	22	3190
	18 h	24	22	3212
	19 h	24	22	3234
	20 h	24	22	3256
	21 h	24	22	3278
	22 h	24	22	3300
	23 h	24	22	3322
29/03/2016	0 h	24	22	3344
	1 h	24	22	3366
	2 h	24	22	3388
	3 h	24	22	3410
	4 h	24	22	3432

## Annexe

	5 h	24	22	3454
	6 h	24	22	3476
	7 h	24	22	3498
	8 h	24	22	3520
	9 h	24	22	3542
	10 h	24	22	3564
	11 h	24	22	3586
	12 h	24	22	3608
	13 h	24	22	3630
	14 h	24	22	3652
	15 h	24	22	3674
	16 h	24	22	3696
	17 h	24	22	3718
	18 h	24	22	3740
	19 h	24	22	3762
	20 h	24	22	3784
	21 h	24	22	3806
	22 h	24	22	3828
	23 h	24	22	3850
30/03/2016	0 h	24	22	3872
	1 h	24	22	3894
	2 h	24	22	3916
	3 h	24	22	3938
	4 h	24	22	3960
	5 h	24	22	3982
	6 h	24	22	4004
	7 h	24	22	4026
	8 h	24	22	4048
	9 h	24	22	4070
	10 h	24	22	4092
	11 h	24	22	4114
	12 h	24	22	4136
	13 h	24	22	4158
	14 h	24	22	4180
	15 h	24	22	4202
	16 h	24	22	4224
	17 h	24	22	4246
	18 h	24	22	4268
	19 h	24	22	4290
	20 h	24	22	4312
	21 h	24	22	4334
	22 h	24	22	4356
	23 h	24	22	4378
31/03/2016	0 h	24	22	4400
	1 h	24	22	4422
	2 h	24	22	4444
	3 h	24	22	4466
	4 h	24	22	4488
	5 h	24	22	4510
	6 h	24	22	4532
	7 h	24	22	4554
	8 h	24	22	4576
	9 h	24	22	4598
	10 h	24	22	4620
	11 h	24	22	4642
	12 h	24	22	4664
	13 h	24	22	4686
	14 h	24	22	4708
	15 h	24	22	4730
	16 h	24	22	4752
	17 h	24	22	4774
	18 h	24	22	4796
	19 h	24	22	4818
	20 h	24	22	4840
	21 h	24	22	4862
	22 h	24	22	4884
	23 h	24	22	4906
01/04/2016	0 h	24	22	4928
	1 h	24	22	4950
	2 h	24	22	4972
	3 h	24	22	4994
	4 h	24	22	5016
	5 h	24	22	5038
	6 h	24	22	5060
	7 h	24	22	5082
	8 h	24	22	5104
	9 h	24	22	5126
	10 h	24	22	5148
	11 h	24	22	5170
	12 h	24	22	5192
	13 h	24	22	5214
	14 h	24	22	5236
	15 h	24	22	5258

# Annexe

	16 h	24	22	5280
	17 h	24	22	5302
	18 h	24	22	5324
	19 h	24	22	5346
	20 h	24	22	5368
	21 h	24	22	5390
	22 h	24	22	5412
	23 h	24	22	5434
02/04/2016	0 h	24	22	5456
	1 h	24	22	5478
	2 h	24	22	5500
	3 h	24	22	5522
	4 h	24	22	5544
	5 h	24	22	5566
	6 h	24	22	5588
	7 h	24	22	5610
	8 h	24	22	5632
	9 h	24	22	5654
	10 h	24	22	5676
	11 h	24	22	5698
	12 h	24	22	5720
	13 h	24	22	5742
	14 h	24	22	5764
	15 h	24	22	5786
	16 h	24	22	5808
	17 h	24	22	5830
	18 h	24	22	5852
	19 h	24	22	5874
	20 h	24	22	5896
	21 h	24	22	5918
	22 h	24	22	5940
	23 h	24	22	5962
03/04/2016	0 h	24	22	5984
	1 h	24	22	6006
	2 h	24	22	6028
	3 h	24	22	6050
	4 h	24	22	6072
	5 h	24	22	6094
	6 h	24	22	6116
	7 h	24	22	6138
	8 h	24	22	6160
	9 h	24	22	6182
	10 h	24	22	6204
	11 h	24	22	6226
	12 h	24	22	6248
	13 h	24	22	6270
	14 h	24	22	6292
	15 h	24	22	6314
	16 h	24	22	6336
	17 h	24	22	6358
	18 h	24	22	6380
	19 h	24	22	6402
	20 h	24	22	6424
	21 h	24	22	6446
	22 h	24	22	6468
	23 h	24	22	6490
04/04/2016	0 h	24	22	6512
	1 h	24	22	6534
	2 h	24	22	6556
	3 h	24	22	6578
	4 h	24	22	6600
	5 h	24	22	6622
	6 h	24	22	6644
	7 h	24	22	6666
	8 h	24	22	6688
	9 h	24	22	6710
	10 h	24	22	6732
	11 h	24	22	6754
	12 h	24	22	6776
	13 h	24	22	6798
	14 h	24	22	6820
	15 h	24	22	6842
	16 h	24	22	6864
	17 h	24	22	6886
	18 h	24	22	6908
	19 h	24	22	6930
	20 h	24	22	6952
	21 h	24	22	6974
	22 h	24	22	6996
	23 h	24	22	7018
05/04/2016	0 h	24	22	7040
	1 h	24	22	7062
	2 h	24	22	7084

# Annexe

	3 h	24	22	7106
	4 h	24	22	7128
	5 h	24	22	7150
	6 h	24	22	7172
	7 h	24	22	7194
	8 h	24	22	7216
	9 h	24	22	7238
	10 h	24	22	7260
	11 h	24	22	7282
	12 h	24	22	7304
	13 h	24	22	7326
	14 h	24	22	7348
	15 h	24	22	7370
	16 h	24	22	7392
	17 h	24	22	7414
	18 h	24	22	7436
	19 h	24	22	7458
	20 h	24	22	7480
	21 h	24	22	7502
	22 h	24	22	7524
	23 h	24	22	7546
06/04/2016	0 h	24	22	7568
	1 h	24	22	7590
	2 h	24	22	7612
	3 h	24	22	7634
	4 h	24	22	7656
	5 h	24	22	7678
	6 h	24	22	7700
	7 h	24	22	7722
	8 h	24	22	7744
	9 h	24	22	7766
	10 h	24	22	7788
	11 h	24	22	7810
	12 h	24	22	7832
	13 h	24	22	7854
	14 h	24	22	7876
	15 h	24	22	7898
	16 h	24	22	7920
	17 h	24	22	7942
	18 h	24	22	7964
	19 h	24	22	7986
	20 h	24	22	8008
	21 h	24	22	8030
	22 h	24	22	8052
	23 h	24	22	8074
07/04/2016	0 h	24	22	8096
	1 h	24	22	8118
	2 h	24	22	8140
	3 h	24	22	8162
	4 h	24	22	8184
	5 h	24	22	8206
	6 h	24	22	8228
	7 h	24	22	8250
	8 h	24	22	8272
	9 h	24	22	8294
	10 h	24	22	8316
	11 h	24	22	8338
	12 h	24	22	8360
	13 h	24	22	8382
	14 h	24	22	8404
	15 h	24	22	8426
	16 h	24	22	8448
	17 h	24	22	8470
	18 h	24	22	8492
	19 h	24	22	8514
	20 h	24	22	8536
	21 h	24	22	8558
	22 h	24	22	8580
	23 h	24	22	8602
08/04/2016	0 h	24	22	8624
	1 h	24	22	8646
	2 h	24	22	8668
	3 h	24	22	8690
	4 h	24	22	8712
	5 h	24	22	8734
	6 h	24	22	8756
	7 h	24	22	8778
	8 h	24	22	8800
	9 h	24	22	8822
	10 h	24	22	8844
	11 h	24	22	8866
	12 h	24	22	8888
	13 h	24	22	8910

## Annexe

	14 h	24	22		8932
	15 h	24	22		8954
	16 h	24	22	6	8976
	17 h	24	22		8998
	18 h	24	22		9020
	19 h	24	22		9042
	20 h	24	22	7	9064
	21 h	24	22		9086
	22 h	24	22		9108
	23 h	24	22		9130
09/04/2016	0 h	24	22		9152
	1 h	24	22		9174
	2 h	24	22		9196
	3 h	24	22		9218
	4 h	24	22		9240
	5 h	24	22		9262
	6 h	24	22		9284
	7 h	24	22		9306
	8 h	24	22	180	9328
	9 h	24	22		9350
	10 h	24	22		9372
	11 h	24	22		9394
	12 h	24	22	10	9416
	13 h	24	22		9438
	14 h	24	22		9460
	15 h	24	22		9482
	16 h	24	22		9504
	17 h	24	22		9526
	18 h	24	22		9548
	19 h	24	22		9570
	20 h	24	22		9592
	21 h	24	22		9614
	22 h	24	22		9636
	23 h	24	22		9658
10/04/2016	0 h	24	22		9680
	1 h	24	22		9702
	2 h	24	22		9724
	3 h	24	22		9746
	4 h	24	22		9768
	5 h	24	22		9790
	6 h	24	22		9812
	7 h	24	22		9834
	8 h	24	22	6	9856
	9 h	24	22		9878

**Tableau 12 :** Somme des températures horaires du cycle complet de *Calliphora vicina* à 27°C

Dates		T°C horaires	T°C effectives	Nombre d'adultes éclos <i>Calliphora vicina</i>	Sommes des T°C effectives pour les émergences
Jour	Heure				
28/04/2016	8 h	27	25		0
	9 h	27	25		25
	10 h	27	25		50
	11 h	27	25		75
	12 h	27	25		100
	13 h	27	25		125
	14 h	27	25		150
	15 h	27	25		175
	16 h	27	25		200
	17 h	27	25		225
	18 h	27	25		250
	19 h	27	25		275
	20 h	27	25		300
	21 h	27	25		325
	22 h	27	25		350
	23 h	27	25		375
29/04/2016	0 h	27	25		400
	1 h	27	25		425
	2 h	27	25		450
	3 h	27	25		475
	4 h	27	25		500
	5 h	27	25		525
	6 h	27	25		550
	7 h	27	25		575
	8 h	27	25		600
	9 h	27	25		625
	10 h	27	25		650
	11 h	27	25		675
	12 h	27	25		700
	13 h	27	25		725

# Annexe

	14 h	27	25		750
	15 h	27	25		775
	16 h	27	25		800
	17 h	27	25		825
	18 h	27	25		850
	19 h	27	25		875
	20 h	27	25		900
	21 h	27	25		925
	22 h	27	25		950
	23 h	27	25		975
30/04/2016	0 h	27	25		1000
	1 h	27	25		1025
	2 h	27	25		1050
	3 h	27	25		1075
	4 h	27	25		1100
	5 h	27	25		1125
	6 h	27	25		1150
	7 h	27	25		1175
	8 h	27	25		1200
	9 h	27	25		1225
	10 h	27	25		1250
	11 h	27	25		1275
	12 h	27	25		1300
	13 h	27	25		1325
	14 h	27	25		1350
	15 h	27	25		1375
	16 h	27	25		1400
	17 h	27	25		1425
	18 h	27	25		1450
	19 h	27	25		1475
	20 h	27	25		1500
	21 h	27	25		1525
	22 h	27	25		1550
	23 h	27	25		1575
01/05/2016	0 h	27	25		1600
	1 h	27	25		1625
	2 h	27	25		1650
	3 h	27	25		1675
	4 h	27	25		1700
	5 h	27	25		1725
	6 h	27	25		1750
	7 h	27	25		1775
	8 h	27	25		1800
	9 h	27	25		1825
	10 h	27	25		1850
	11 h	27	25		1875
	12 h	27	25		1900
	13 h	27	25		1925
	14 h	27	25		1950
	15 h	27	25		1975
	16 h	27	25		2000
	17 h	27	25		2025
	18 h	27	25		2050
	19 h	27	25		2075
	20 h	27	25		2100
	21 h	27	25		2125
	22 h	27	25		2150
	23 h	27	25		2175
02/05/2016	0 h	27	25		2200
	1 h	27	25		2225
	2 h	27	25		2250
	3 h	27	25		2275
	4 h	27	25		2300
	5 h	27	25		2325
	6 h	27	25		2350
	7 h	27	25		2375
	8 h	27	25		2400
	9 h	27	25		2425
	10 h	27	25		2450
	11 h	27	25		2475
	12 h	27	25		2500
	13 h	27	25		2525
	14 h	27	25		2550
	15 h	27	25		2575
	16 h	27	25		2600
	17 h	27	25		2625
	18 h	27	25		2650
	19 h	27	25		2675
	20 h	27	25		2700
	21 h	27	25		2725
	22 h	27	25		2750
	23 h	27	25		2775
03/05/2016	0 h	27	25		2800

# Annexe

	1 h	27	25		2825
	2 h	27	25		2850
	3 h	27	25		2875
	4 h	27	25		2900
	5 h	27	25		2925
	6 h	27	25		2950
	7 h	27	25		2975
	8 h	27	25		3000
	9 h	27	25		3025
	10 h	27	25		3050
	11 h	27	25		3075
	12 h	27	25		3100
	13 h	27	25		3125
	14 h	27	25		3150
	15 h	27	25		3175
	16 h	27	25		3200
	17 h	27	25		3225
	18 h	27	25		3250
	19 h	27	25		3275
	20 h	27	25		3300
	21 h	27	25		3325
	22 h	27	25		3350
	23 h	27	25		3375
04/05/2016	0 h	27	25		3400
	1 h	27	25		3425
	2 h	27	25		3450
	3 h	27	25		3475
	4 h	27	25		3500
	5 h	27	25		3525
	6 h	27	25		3550
	7 h	27	25		3575
	8 h	27	25		3600
	9 h	27	25		3625
	10 h	27	25		3650
	11 h	27	25		3675
	12 h	27	25		3700
	13 h	27	25		3725
	14 h	27	25		3750
	15 h	27	25		3775
	16 h	27	25		3800
	17 h	27	25		3825
	18 h	27	25		3850
	19 h	27	25		3875
	20 h	27	25		3900
	21 h	27	25		3925
	22 h	27	25		3950
	23 h	27	25		3975
05/05/2016	0 h	27	25		4000
	1 h	27	25		4025
	2 h	27	25		4050
	3 h	27	25		4075
	4 h	27	25		4100
	5 h	27	25		4125
	6 h	27	25		4150
	7 h	27	25		4175
	8 h	27	25		4200
	9 h	27	25		4225
	10 h	27	25		4250
	11 h	27	25		4275
	12 h	27	25		4300
	13 h	27	25		4325
	14 h	27	25		4350
	15 h	27	25		4375
	16 h	27	25		4400
	17 h	27	25		4425
	18 h	27	25		4450
	19 h	27	25		4475
	20 h	27	25		4500
	21 h	27	25		4525
	22 h	27	25		4550
	23 h	27	25		4575
06/05/2016	0 h	27	25		4600
	1 h	27	25		4625
	2 h	27	25		4650
	3 h	27	25		4675
	4 h	27	25		4700
	5 h	27	25		4725
	6 h	27	25		4750
	7 h	27	25		4775
	8 h	27	25		4800
	9 h	27	25		4825
	10 h	27	25		4850
	11 h	27	25		4875

# Annexe

	12 h	27	25		4900
	13 h	27	25		4925
	14 h	27	25		4950
	15 h	27	25		4975
	16 h	27	25		5000
	17 h	27	25		5025
	18 h	27	25		5050
	19 h	27	25		5075
	20 h	27	25		5100
	21 h	27	25		5125
	22 h	27	25		5150
	23 h	27	25		5175
07/05/2016	0 h	27	25		5200
	1 h	27	25		5225
	2 h	27	25		5250
	3 h	27	25		5275
	4 h	27	25		5300
	5 h	27	25		5325
	6 h	27	25		5350
	7 h	27	25		5375
	8 h	27	25		5400
	9 h	27	25		5425
	10 h	27	25		5450
	11 h	27	25		5475
	12 h	27	25		5500
	13 h	27	25		5525
	14 h	27	25		5550
	15 h	27	25		5575
	16 h	27	25		5600
	17 h	27	25		5625
	18 h	27	25		5650
	19 h	27	25		5675
	20 h	27	25		5700
	21 h	27	25		5725
	22 h	27	25		5750
	23 h	27	25		5775
08/05/2016	0 h	27	25		5800
	1 h	27	25		5825
	2 h	27	25		5850
	3 h	27	25		5875
	4 h	27	25		5900
	5 h	27	25		5925
	6 h	27	25		5950
	7 h	27	25		5975
	8 h	27	25		6000
	9 h	27	25		6025
	10 h	27	25		6050
	11 h	27	25		6075
	12 h	27	25		6100
	13 h	27	25		6125
	14 h	27	25		6150
	15 h	27	25		6175
	16 h	27	25		6200
	17 h	27	25		6225
	18 h	27	25		6250
	19 h	27	25		6275
	20 h	27	25		6300
	21 h	27	25		6325
	22 h	27	25		6350
	23 h	27	25		6375
09/05/2016	0 h	27	25		6400
	1 h	27	25		6425
	2 h	27	25		6450
	3 h	27	25		6475
	4 h	27	25		6500
	5 h	27	25		6525
	6 h	27	25		6550
	7 h	27	25		6575
	8 h	27	25		6600
	9 h	27	25		6625
	10 h	27	25		6650
	11 h	27	25		6675
	12 h	27	25		6700
	13 h	27	25		6725
	14 h	27	25		6750
	15 h	27	25		6775
	16 h	27	25		6800
	17 h	27	25		6825
	18 h	27	25		6850
	19 h	27	25		6875
	20 h	27	25		6900
	21 h	27	25		6925
	22 h	27	25		6950

# Annexe

	23 h	27	25		6975
10/05/2016	0 h	27	25		7000
	1 h	27	25		7025
	2 h	27	25		7050
	3 h	27	25		7075
	4 h	27	25		7100
	5 h	27	25		7125
	6 h	27	25		7150
	7 h	27	25		7175
	8 h	27	25		7200
	9 h	27	25		7225
	10 h	27	25		7250
	11 h	27	25		7275
	12 h	27	25		7300
	13 h	27	25		7325
	14 h	27	25		7350
	15 h	27	25		7375
	16 h	27	25		7400
	17 h	27	25		7425
	18 h	27	25		7450
	19 h	27	25		7475
	20 h	27	25		7500
	21 h	27	25		7525
	22 h	27	25		7550
	23 h	27	25		7575
11/05/2016	0 h	27	25		7600
	1 h	27	25		7625
	2 h	27	25		7650
	3 h	27	25		7675
	4 h	27	25		7700
	5 h	27	25		7725
	6 h	27	25		7750
	7 h	27	25		7775
	8 h	27	25		7800
	9 h	27	25		7825
	10 h	27	25		7850
	11 h	27	25		7875
	12 h	27	25		7900
	13 h	27	25		7925
	14 h	27	25		7950
	15 h	27	25		7975
	16 h	27	25		8000
	17 h	27	25		8025
	18 h	27	25		8050
	19 h	27	25		8075
	20 h	27	25		8100
	21 h	27	25		8125
	22 h	27	25		8150
	23 h	27	25		8175
12/05/2016	0 h	27	25		8200
	1 h	27	25		8225
	2 h	27	25		8250
	3 h	27	25		8275
	4 h	27	25		8300
	5 h	27	25		8325
	6 h	27	25		8350
	7 h	27	25		8375
	8 h	27	25		8400
	9 h	27	25		8425
	10 h	27	25		8450
	11 h	27	25		8475
	12 h	27	25		8500
	13 h	27	25		8525
	14 h	27	25		8550
	15 h	27	25		8575
	16 h	27	25		8600
	17 h	27	25		8625
	18 h	27	25		8650
	19 h	27	25		8675
	20 h	27	25		8700
	21 h	27	25		8725
	22 h	27	25		8750
	23 h	27	25		8775
13/05/2016	0 h	27	25		8800
	1 h	27	25		8825
	2 h	27	25		8850
	3 h	27	25		8875
	4 h	27	25		8900
	5 h	27	25		8925
	6 h	27	25		8950
	7 h	27	25		8975
	8 h	27	25	3	9000
	9 h	27	25		9025

## Annexe

	10 h	27	25		9050
	11 h	27	25		9075
	12 h	27	25		9100
	13 h	27	25		9125
	14 h	27	25		9150
	15 h	27	25		9175
	16 h	27	25	12	9200
	17 h	27	25		9225
	18 h	27	25		9250
	19 h	27	25		9275
	20 h	27	25	183	9300
	21 h	27	25		9325
	22 h	27	25		9350

**Tableau 18 :** Somme des températures horaires du cycle complet de *Lucilia sericata* à 24°C

Dates		T°C horaires	T°C effectives	Nombre d'adultes édos lucilia siricata	Sommes des T°C effectives pour les
Jour	Heure				
22/03/2016	16 h	24	15		0
	17 h	24	15		15
	18 h	24	15		30
	19 h	24	15		45
	20 h	24	15		60
	21 h	24	15		75
	22 h	24	15		90
	23 h	24	15		105
23/03/2016	0 h	24	15		120
	1 h	24	15		135
	2 h	24	15		150
	3 h	24	15		165
	4 h	24	15		180
	5 h	24	15		195
	6 h	24	15		210
	7 h	24	15		225
	8 h	24	15		240
	9 h	24	15		255
	10 h	24	15		270
	11 h	24	15		285
	12 h	24	15		300
	13 h	24	15		315
	14 h	24	15		330
	15 h	24	15		345
	16 h	24	15		360
	17 h	24	15		375
	18 h	24	15		390
	19 h	24	15		405
	20 h	24	15		420
	21 h	24	15		435
	22 h	24	15		450
	23 h	24	15		465
24/03/2016	0 h	24	15		480
	1 h	24	15		495
	2 h	24	15		510
	3 h	24	15		525
	4 h	24	15		540
	5 h	24	15		555
	6 h	24	15		570
	7 h	24	15		585
	8 h	24	15		600
	9 h	24	15		615
	10 h	24	15		630
	11 h	24	15		645
	12 h	24	15		660
	13 h	24	15		675
	14 h	24	15		690
	15 h	24	15		705
	16 h	24	15		720
	17 h	24	15		735
	18 h	24	15		750
	19 h	24	15		765
	20 h	24	15		780
	21 h	24	15		795
	22 h	24	15		810
	23 h	24	15		825
25/03/2016	0 h	24	15		840
	1 h	24	15		855
	2 h	24	15		870
	3 h	24	15		885

# Annexe

	4 h	24	15	900
	5 h	24	15	915
	6 h	24	15	930
	7 h	24	15	945
	8 h	24	15	960
	9 h	24	15	975
	10 h	24	15	990
	11 h	24	15	1005
	12 h	24	15	1020
	13 h	24	15	1035
	14 h	24	15	1050
	15 h	24	15	1065
	16 h	24	15	1080
	17 h	24	15	1095
	18 h	24	15	1110
	19 h	24	15	1125
	20 h	24	15	1140
	21 h	24	15	1155
	22 h	24	15	1170
	23 h	24	15	1185
26/03/2016	0 h	24	15	1200
	1 h	24	15	1215
	2 h	24	15	1230
	3 h	24	15	1245
	4 h	24	15	1260
	5 h	24	15	1275
	6 h	24	15	1290
	7 h	24	15	1305
	8 h	24	15	1320
	9 h	24	15	1335
	10 h	24	15	1350
	11 h	24	15	1365
	12 h	24	15	1380
	13 h	24	15	1395
	14 h	24	15	1410
	15 h	24	15	1425
	16 h	24	15	1440
	17 h	24	15	1455
	18 h	24	15	1470
	19 h	24	15	1485
	20 h	24	15	1500
	21 h	24	15	1515
	22 h	24	15	1530
	23 h	24	15	1545
27/03/2016	0 h	24	15	1560
	1 h	24	15	1575
	2 h	24	15	1590
	3 h	24	15	1605
	4 h	24	15	1620
	5 h	24	15	1635
	6 h	24	15	1650
	7 h	24	15	1665
	8 h	24	15	1680
	9 h	24	15	1695
	10 h	24	15	1710
	11 h	24	15	1725
	12 h	24	15	1740
	13 h	24	15	1755
	14 h	24	15	1770
	15 h	24	15	1785
	16 h	24	15	1800
	17 h	24	15	1815
	18 h	24	15	1830
	19 h	24	15	1845
	20 h	24	15	1860
	21 h	24	15	1875
	22 h	24	15	1890
	23 h	24	15	1905
28/03/2016	0 h	24	15	1920
	1 h	24	15	1935
	2 h	24	15	1950
	3 h	24	15	1965
	4 h	24	15	1980
	5 h	24	15	1995
	6 h	24	15	2010
	7 h	24	15	2025
	8 h	24	15	2040
	9 h	24	15	2055
	10 h	24	15	2070
	11 h	24	15	2085
	12 h	24	15	2100
	13 h	24	15	2115
	14 h	24	15	2130

# Annexe

	15 h	24	15	2145
	16 h	24	15	2160
	17 h	24	15	2175
	18 h	24	15	2190
	19 h	24	15	2205
	20 h	24	15	2220
	21 h	24	15	2235
	22 h	24	15	2250
	23 h	24	15	2265
29/03/2016	0 h	24	15	2280
	1 h	24	15	2295
	2 h	24	15	2310
	3 h	24	15	2325
	4 h	24	15	2340
	5 h	24	15	2355
	6 h	24	15	2370
	7 h	24	15	2385
	8 h	24	15	2400
	9 h	24	15	2415
	10 h	24	15	2430
	11 h	24	15	2445
	12 h	24	15	2460
	13 h	24	15	2475
	14 h	24	15	2490
	15 h	24	15	2505
	16 h	24	15	2520
	17 h	24	15	2535
	18 h	24	15	2550
	19 h	24	15	2565
	20 h	24	15	2580
	21 h	24	15	2595
	22 h	24	15	2610
	23 h	24	15	2625
30/03/2016	0 h	24	15	2640
	1 h	24	15	2655
	2 h	24	15	2670
	3 h	24	15	2685
	4 h	24	15	2700
	5 h	24	15	2715
	6 h	24	15	2730
	7 h	24	15	2745
	8 h	24	15	2760
	9 h	24	15	2775
	10 h	24	15	2790
	11 h	24	15	2805
	12 h	24	15	2820
	13 h	24	15	2835
	14 h	24	15	2850
	15 h	24	15	2865
	16 h	24	15	2880
	17 h	24	15	2895
	18 h	24	15	2910
	19 h	24	15	2925
	20 h	24	15	2940
	21 h	24	15	2955
	22 h	24	15	2970
	23 h	24	15	2985
31/03/2016	0 h	24	15	3000
	1 h	24	15	3015
	2 h	24	15	3030
	3 h	24	15	3045
	4 h	24	15	3060
	5 h	24	15	3075
	6 h	24	15	3090
	7 h	24	15	3105
	8 h	24	15	3120
	9 h	24	15	3135
	10 h	24	15	3150
	11 h	24	15	3165
	12 h	24	15	3180
	13 h	24	15	3195
	14 h	24	15	3210
	15 h	24	15	3225
	16 h	24	15	3240
	17 h	24	15	3255
	18 h	24	15	3270
	19 h	24	15	3285
	20 h	24	15	3300
	21 h	24	15	3315
	22 h	24	15	3330
	23 h	24	15	3345
01/04/2016	0 h	24	15	3360
	1 h	24	15	3375

# Annexe

	2 h	24	15	3390
	3 h	24	15	3405
	4 h	24	15	3420
	5 h	24	15	3435
	6 h	24	15	3450
	7 h	24	15	3465
	8 h	24	15	3480
	9 h	24	15	3495
	10 h	24	15	3510
	11 h	24	15	3525
	12 h	24	15	3540
	13 h	24	15	3555
	14 h	24	15	3570
	15 h	24	15	3585
	16 h	24	15	3600
	17 h	24	15	3615
	18 h	24	15	3630
	19 h	24	15	3645
	20 h	24	15	3660
	21 h	24	15	3675
	22 h	24	15	3690
	23 h	24	15	3705
02/04/2016	0 h	24	15	3720
	1 h	24	15	3735
	2 h	24	15	3750
	3 h	24	15	3765
	4 h	24	15	3780
	5 h	24	15	3795
	6 h	24	15	3810
	7 h	24	15	3825
	8 h	24	15	3840
	9 h	24	15	3855
	10 h	24	15	3870
	11 h	24	15	3885
	12 h	24	15	3900
	13 h	24	15	3915
	14 h	24	15	3930
	15 h	24	15	3945
	16 h	24	15	3960
	17 h	24	15	3975
	18 h	24	15	3990
	19 h	24	15	4005
	20 h	24	15	4020
	21 h	24	15	4035
	22 h	24	15	4050
	23 h	24	15	4065
03/04/2016	0 h	24	15	4080
	1 h	24	15	4095
	2 h	24	15	4110
	3 h	24	15	4125
	4 h	24	15	4140
	5 h	24	15	4155
	6 h	24	15	4170
	7 h	24	15	4185
	8 h	24	15	4200
	9 h	24	15	4215
	10 h	24	15	4230
	11 h	24	15	4245
	12 h	24	15	4260
	13 h	24	15	4275
	14 h	24	15	4290
	15 h	24	15	4305
	16 h	24	15	4320
	17 h	24	15	4335
	18 h	24	15	4350
	19 h	24	15	4365
	20 h	24	15	4380
	21 h	24	15	4395
	22 h	24	15	4410
	23 h	24	15	4425
04/04/2016	0 h	24	15	4440
	1 h	24	15	4455
	2 h	24	15	4470
	3 h	24	15	4485
	4 h	24	15	4500
	5 h	24	15	4515
	6 h	24	15	4530
	7 h	24	15	4545
	8 h	24	15	4560
	9 h	24	15	4575
	10 h	24	15	4590
	11 h	24	15	4605
	12 h	24	15	4620

## Annexe

	13 h	24	15		4635
	14 h	24	15		4650
	15 h	24	15		4665
	16 h	24	15		4680
	17 h	24	15		4695
	18 h	24	15		4710
	19 h	24	15		4725
	20 h	24	15	7	4740
	21 h	24	15		4755
	22 h	24	15		4770
	23 h	24	15		4785
05/04/2016	0 h	24	15		4800
	1 h	24	15		4815
	2 h	24	15		4830
	3 h	24	15		4845
	4 h	24	15		4860
	5 h	24	15		4875
	6 h	24	22		4897
	7 h	24	22		4919
	8 h	24	22	215	4941
	9 h	24	22		4963
	10 h	24	22		4985
	11 h	24	22		5007
	12 h	24	22		5029
	13 h	24	22		5051
	14 h	24	22		5073
	15 h	24	22		5095
	16 h	24	22	15	5117
	17 h	24	22		5139
	18 h	24	22		5161
	19 h	24	22		5183
	20 h	24	22		5205
	21 h	24	22		5227
	22 h	24	22		5249
	23 h	24	22		5271
06/04/2016	0 h	24	22		5293
	1 h	24	22		5315
	2 h	24	22		5337
	3 h	24	22		5359
	4 h	24	22		5381
	5 h	24	22		5403
	6 h	24	22		5425
	7 h	24	22		5447
	8 h	24	22	2	5469
	9 h	24	22		5491
	10 h	24	22		5513
	11 h	24	22		5535
	12 h	24	22		5557

**Tableau 24 :** Somme des températures horaires du cycle complet de *Lucilia sericata* à 27°C

Dates		T°C horaires	T°C effectives	Sommes des T°C effectives pour les émergences	Nombre d'adultes éclos <i>Lucilia sericata</i>
Jour	Heure				
28/04/2016	8 h	27	18	0	0
	9 h	27	18	18	0
	10 h	27	18	36	0
	11 h	27	18	54	0
	12 h	27	18	72	0
	13 h	27	18	90	0
	14 h	27	18	108	0
	15 h	27	18	126	0
	16 h	27	18	144	0
	17 h	27	18	162	0
	18 h	27	18	180	0
	19 h	27	18	198	0
	20 h	27	18	216	0
	21 h	27	18	234	0
	22 h	27	18	252	0
	23 h	27	18	270	0
29/04/2016	0 h	27	18	288	0
	1 h	27	18	306	0
	2 h	27	18	324	0
	3 h	27	18	342	0
	4 h	27	18	360	0
	5 h	27	18	378	0
	6 h	27	18	396	0
	7 h	27	18	414	0
	8 h	27	18	432	0
	9 h	27	18	450	0
	10 h	27	18	468	0

# Annexe

	11 h	27	18	486	0
	12 h	27	18	504	0
	13 h	27	18	522	0
	14 h	27	18	540	0
	15 h	27	18	558	0
	16 h	27	18	576	0
	17 h	27	18	594	0
	18 h	27	18	612	0
	19 h	27	18	630	0
	20 h	27	18	648	0
	21 h	27	18	666	0
	22 h	27	18	684	0
	23 h	27	18	702	0
30/04/2016	0 h	27	18	720	0
	1 h	27	18	738	0
	2 h	27	18	756	0
	3 h	27	18	774	0
	4 h	27	18	792	0
	5 h	27	18	810	0
	6 h	27	18	828	0
	7 h	27	18	846	0
	8 h	27	18	864	0
	9 h	27	18	882	0
	10 h	27	18	900	0
	11 h	27	18	918	0
	12 h	27	18	936	0
	13 h	27	18	954	0
	14 h	27	18	972	0
	15 h	27	18	990	0
	16 h	27	18	1008	0
	17 h	27	18	1026	0
	18 h	27	18	1044	0
	19 h	27	18	1062	0
	20 h	27	18	1080	0
	21 h	27	18	1098	0
	22 h	27	18	1116	0
	23 h	27	18	1134	0
01/05/2016	0 h	27	18	1152	0
	1 h	27	18	1170	0
	2 h	27	18	1188	0
	3 h	27	18	1206	0
	4 h	27	18	1224	0
	5 h	27	18	1242	0
	6 h	27	18	1260	0
	7 h	27	18	1278	0
	8 h	27	18	1296	0
	9 h	27	18	1314	0
	10 h	27	18	1332	0
	11 h	27	18	1350	0
	12 h	27	18	1368	0
	13 h	27	18	1386	0
	14 h	27	18	1404	0
	15 h	27	18	1422	0
	16 h	27	18	1440	0
	17 h	27	18	1458	0
	18 h	27	18	1476	0
	19 h	27	18	1494	0
	20 h	27	18	1512	0
	21 h	27	18	1530	0
	22 h	27	18	1548	0
	23 h	27	18	1566	0
02/05/2016	0 h	27	18	1584	0
	1 h	27	18	1602	0
	2 h	27	18	1620	0
	3 h	27	18	1638	0
	4 h	27	18	1656	0
	5 h	27	18	1674	0
	6 h	27	18	1692	0
	7 h	27	18	1710	0
	8 h	27	18	1728	0
	9 h	27	18	1746	0
	10 h	27	18	1764	0
	11 h	27	18	1782	0
	12 h	27	18	1800	0
	13 h	27	18	1818	0
	14 h	27	18	1836	0
	15 h	27	18	1854	0
	16 h	27	18	1872	0
	17 h	27	18	1890	0
	18 h	27	18	1908	0
	19 h	27	18	1926	0
	20 h	27	18	1944	0
	21 h	27	18	1962	0

# Annexe

	22 h	27	18	1980	0
	23 h	27	18	1998	0
03/05/2016	0 h	27	18	2016	0
	1 h	27	18	2034	0
	2 h	27	18	2052	0
	3 h	27	18	2070	0
	4 h	27	18	2088	0
	5 h	27	18	2106	0
	6 h	27	18	2124	0
	7 h	27	18	2142	0
	8 h	27	18	2160	0
	9 h	27	18	2178	0
	10 h	27	18	2196	0
	11 h	27	18	2214	0
	12 h	27	18	2232	0
	13 h	27	18	2250	0
	14 h	27	18	2268	0
	15 h	27	18	2286	0
	16 h	27	18	2304	0
	17 h	27	18	2322	0
	18 h	27	18	2340	0
	19 h	27	18	2358	0
	20 h	27	18	2376	0
	21 h	27	18	2394	0
	22 h	27	18	2412	0
	23 h	27	18	2430	0
04/05/2016	0 h	27	18	2448	0
	1 h	27	18	2466	0
	2 h	27	18	2484	0
	3 h	27	18	2502	0
	4 h	27	18	2520	0
	5 h	27	18	2538	0
	6 h	27	18	2556	0
	7 h	27	18	2574	0
	8 h	27	18	2592	0
	9 h	27	18	2610	0
	10 h	27	18	2628	0
	11 h	27	18	2646	0
	12 h	27	18	2664	0
	13 h	27	18	2682	0
	14 h	27	18	2700	0
	15 h	27	18	2718	0
	16 h	27	18	2736	0
	17 h	27	18	2754	0
	18 h	27	18	2772	0
	19 h	27	18	2790	0
	20 h	27	18	2808	0
	21 h	27	18	2826	0
	22 h	27	18	2844	0
	23 h	27	18	2862	0
05/05/2016	0 h	27	18	2880	0
	1 h	27	18	2898	0
	2 h	27	18	2916	0
	3 h	27	18	2934	0
	4 h	27	18	2952	0
	5 h	27	18	2970	0
	6 h	27	18	2988	0
	7 h	27	18	3006	0
	8 h	27	18	3024	0
	9 h	27	18	3042	0
	10 h	27	18	3060	0
	11 h	27	18	3078	0
	12 h	27	18	3096	0
	13 h	27	18	3114	0
	14 h	27	18	3132	0
	15 h	27	18	3150	0
	16 h	27	18	3168	0
	17 h	27	18	3186	0
	18 h	27	18	3204	0
	19 h	27	18	3222	0
	20 h	27	18	3240	0
	21 h	27	18	3258	0
	22 h	27	18	3276	0
	23 h	27	18	3294	0
06/05/2016	0 h	27	18	3312	0
	1 h	27	18	3330	0
	2 h	27	18	3348	0
	3 h	27	18	3366	0
	4 h	27	18	3384	0
	5 h	27	18	3402	0
	6 h	27	18	3420	0
	7 h	27	18	3438	0
	8 h	27	18	3456	0

# Annexe

	9 h	27	18	3474	0
	10 h	27	18	3492	0
	11 h	27	18	3510	0
	12 h	27	18	3528	0
	13 h	27	18	3546	0
	14 h	27	18	3564	0
	15 h	27	18	3582	0
	16 h	27	18	3600	0
	17 h	27	18	3618	0
	18 h	27	18	3636	0
	19 h	27	18	3654	0
	20 h	27	18	3672	0
	21 h	27	18	3690	0
	22 h	27	18	3708	0
	23 h	27	18	3726	0
07/05/2016	0 h	27	18	3744	0
	1 h	27	18	3762	0
	2 h	27	18	3780	0
	3 h	27	18	3798	0
	4 h	27	18	3816	0
	5 h	27	18	3834	0
	6 h	27	18	3852	0
	7 h	27	18	3870	0
	8 h	27	18	3888	0
	9 h	27	18	3906	0
	10 h	27	18	3924	0
	11 h	27	18	3942	0
	12 h	27	18	3960	0
	13 h	27	18	3978	0
	14 h	27	18	3996	0
	15 h	27	18	4014	0
	16 h	27	18	4032	0
	17 h	27	18	4050	0
	18 h	27	18	4068	0
	19 h	27	18	4086	0
	20 h	27	18	4104	0
	21 h	27	18	4122	0
	22 h	27	18	4140	0
	23 h	27	18	4158	0
08/05/2016	0 h	27	18	4176	0
	1 h	27	18	4194	0
	2 h	27	18	4212	0
	3 h	27	18	4230	0
	4 h	27	18	4248	0
	5 h	27	18	4266	0
	6 h	27	18	4284	0
	7 h	27	18	4302	0
	8 h	27	18	4320	0
	9 h	27	18	4338	0
	10 h	27	18	4356	0
	11 h	27	18	4374	0
	12 h	27	18	4392	0
	13 h	27	18	4410	0
	14 h	27	18	4428	0
	15 h	27	18	4446	0
	16 h	27	18	4464	0
	17 h	27	18	4482	0
	18 h	27	18	4500	0
	19 h	27	18	4518	0
	20 h	27	18	4536	0
	21 h	27	18	4554	0
	22 h	27	18	4572	0
	23 h	27	18	4590	0
09/05/2016	0 h	27	18	4608	0
	1 h	27	18	4626	0
	2 h	27	18	4644	0
	3 h	27	18	4662	0
	4 h	27	18	4680	0
	5 h	27	18	4698	0
	6 h	27	18	4716	0
	7 h	27	18	4734	0
	8 h	27	18	4752	14
	9 h	27	18	4770	0
	10 h	27	18	4788	0
	11 h	27	18	4806	0
	12 h	27	18	4824	0
	13 h	27	18	4842	0
	14 h	27	18	4860	0
	15 h	27	18	4878	0
	16 h	27	18	4896	0
	17 h	27	18	4914	0
	18 h	27	18	4932	0
	19 h	27	18	4950	0

## Annexe

	20 h	27	18	4968	226
	21 h	27	18	4986	0
	22 h	27	18	5004	0
	23 h	27	18	5022	0
10/05/2016	0 h	27	18	5040	0
	1 h	27	18	5058	0
	2 h	27	18	5076	0
	3 h	27	18	5094	0
	4 h	27	18	5112	0
	5 h	27	18	5130	0
	6 h	27	18	5148	0
	7 h	27	18	5166	0
	8 h	27	18	5184	5
	9 h	27	18	5202	0
	10 h	27	18	5220	0
	11 h	27	18	5238	0
	12 h	27	18	5256	0
	13 h	27	18	5274	0
	14 h	27	18	5292	0
	15 h	27	18	5310	0
	16 h	27	18	5328	0
	17 h	27	18	5346	

Annexe IV

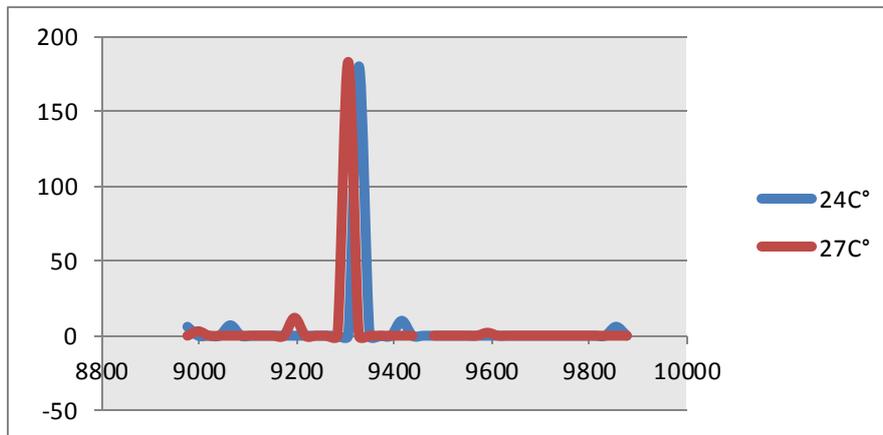


Figure 41 : Somme des températures horaire du cycle complet de Calliphora vicina à 24 et 27°C

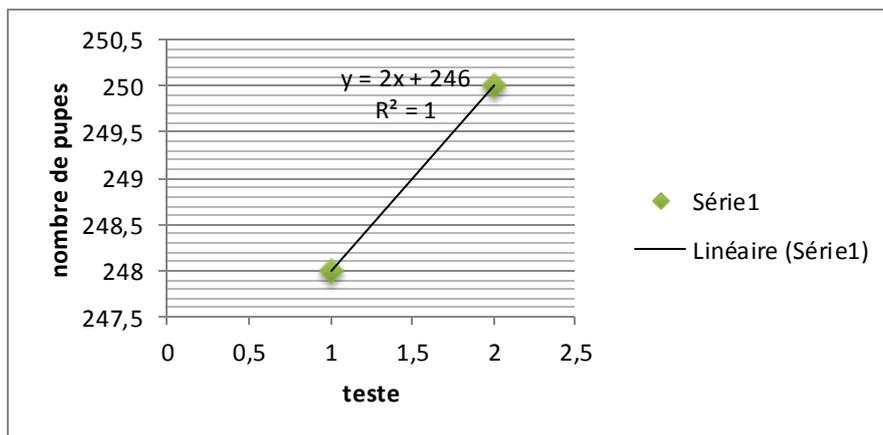


Figure 44 : Relation entre la température et la mortalité dans le stade de développement (œufs - pupes) pour Calliphora vicina

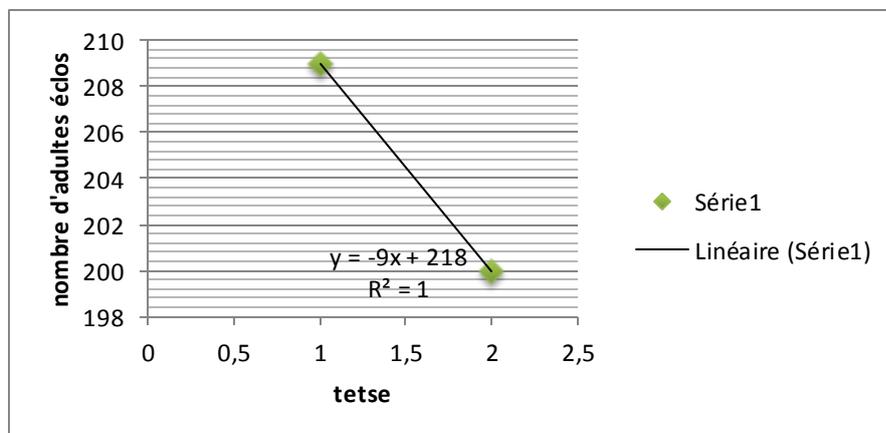


Figure 45 : Relation entre la température et la mortalité dans le stade de développement (pupes - adultes) pour Calliphora vicina

## Annexe

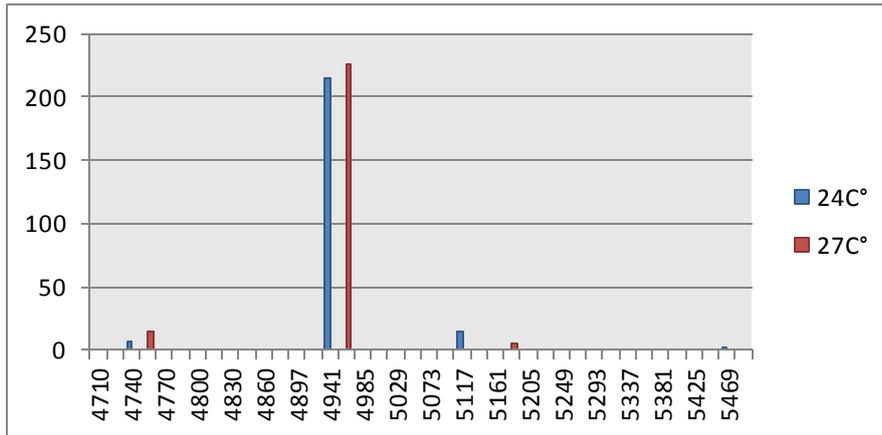


Figure 52 : Somme des températures horaires du cycle complet de *Lucilia sericata* à 24°C et 27°C

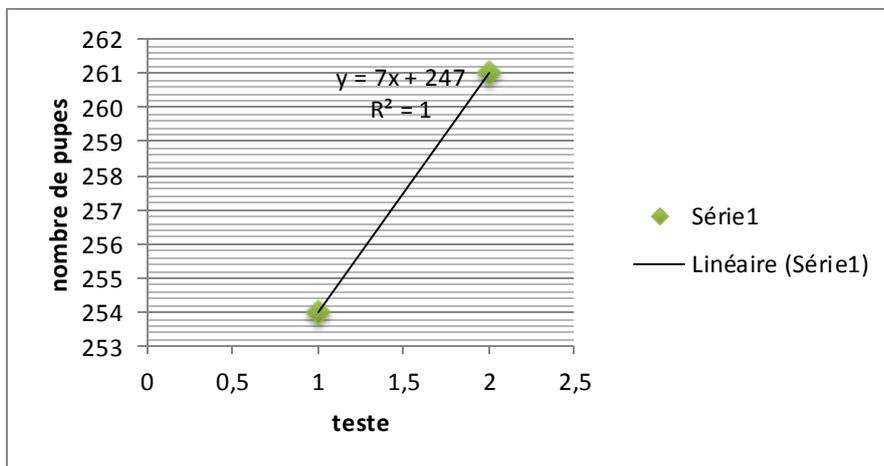


Figure 55 : Relation entre la température et la mortalité dans le stade de développement (œufs -pupes) pour *Lucilia sericata*

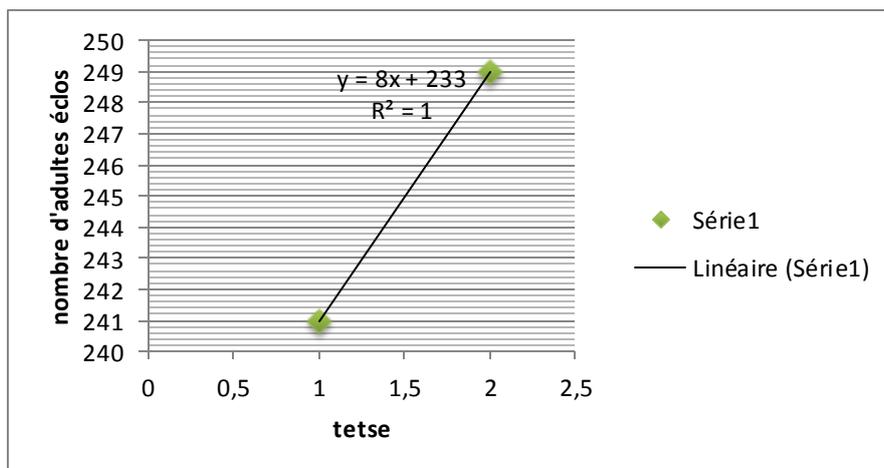
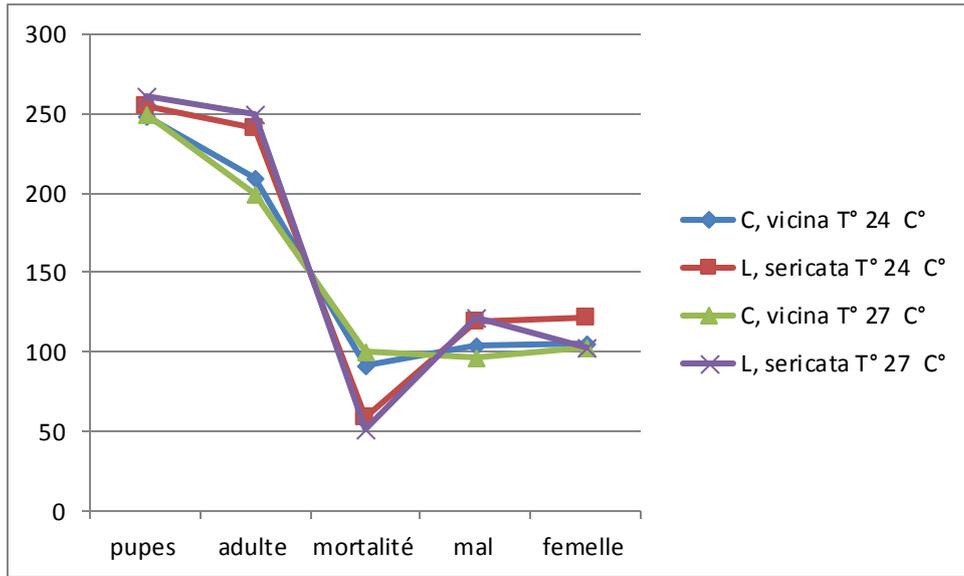


Figure 56 : Relation entre la température et la mortalité dans le stade de développement (pupes- adultes) pour *Lucilia sericata*

## Annexe



**Figure 57** : Suivre de développement des espèces *Calliphora Vicina* et *Lucilia sericata* à 24°C et 27°C.



**Figure 58** : *Nasonia vitripennis* sortant d'une pupa

## Sommaire

**REMERCIEMENT**

**DEDICACE**

**LISTE DES TABLEAUX**

**LISTE DES FIGURES**

**GLOSSAIRE**

**LISTE DES ABREVIATIONS**

**RESUME**

**ABSTRACT**

**المخلص**

**INTRODUCTION**

1

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ENTOMOLOGIE MEDICO LEGALE**

2

I-1-Historique de d'Entomologie légal

2

I-2-La relation insectes et cadavres (la mort)

3

I-3-Processus de décomposition d'un cadavre

3

I-4- Le cadavre : un écosystème éphémère

4

I-5- les principales espèces d'arthropodes rencontrées autour d'un cadavre

4

I-6- La méthode d'entomologie médico-légale

5

I-7-L'intervalle post mortem (L'IPM)

7

**CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES DIPTERES NECROPHAGES**

12

II-1 - Morphologie externe des diptères

12

II-2- Qu'est ce qu'un diptères nécrophage

13

II-3- Importance des diptères nécrophages

14

II-4- Taxonomie

14

II-5- Les principales familles de diptères

14

II-6- Les principales familles des coléoptères

16

II-7- Etude de la biologie des insectes

17

**PARTIE EXPERIMENTALE**

I- Présentation du milieu d'étude

23

II- Objectif de l'étude

23

III- Matérielle et méthode

23

III-1- Matériel utilisée

23

III-2- Méthode de travail

24

III-3- Aux laboratoires

25

**PARTIE RESULTATS**

I –Inventaire et dénombrement des espèces nécrophages capturés	29
II- Impactes des variations thermiques sur certains caractères biologiques de <i>Calliphora vicina</i> en conditions contrôlées	31
II.1-A température 24C°	31
II.2-A température 27C°	36
III- Impactes des variations thermiques sur certains caractères biologiques de <i>Lucilia sericata</i> en conditions contrôlées	40
III-1- A température 24C°	41
III-2- A température 27C°	47

<b>DISCUSSION</b>	53
-------------------	----

<b>CONCLUSION</b>	55
-------------------	----

<b>PERSPECTIVE</b>	55
--------------------	----

**REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE**

**ANNEXE**