

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB 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 En vue de l'obtention du diplôme de master en SCIENCES
BIOLOGIQUES

Option : Entomologie Médicale

Par :

Yousfi Amina
Boukerma Fatma

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RELATION ENTRE LA
TEMPERATURE ET LE TAUX DE DEVELOPPEMENT DES DEUX
DIPTERES NECROPHAGES (CALLIPHORIDAE) : *Calliphora*
Vicina ET *Lucilia Sericata***

Soutenu : Le 08/10/2017

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme Zerkaoui A	MAA / USDBI
Examinatrice : Mme Kara F/Z	Pr., / USDBI
Promotrice : Mme Tail G	Pr., / USDBI
CO-promoteur : Mr. Djedouani B	INCC/GN

Année universitaire 2016-2017

Remerciements

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

*Tout d'abord nous tenons à remercier *DIEU* le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volenté pour accomplir notre travail et notre formation.*

En commençant par remercier Mme Zerkaoui A, MAA au département de biologie des populations et des organismes à l'Université de Saad Dahleb Blida 1 pour l'honneur qu'il nous fait de présider ce jury.

Nous tenons à remercier, Mme Tail G notre promotrice et professeur, chef de département de biologie des populations et des organismes et chef d'option de l'entomologie médicale à l'Université de Saad Dahleb Blida1, pour avoir bien accepté de diriger notre travail, pour sa patience et surtout pour tout ce qu'elle a apporté a notre formation, pour son écoute, son suivi attentif tout au long de cette thèse.

Nous remercions également chaleureusement Mme Kara F/Z, Professeur au département de biologie des populations et des organismes à l'Université de Saad Dahleb Blida1 d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements vont au colonel Guerouaou Fouzi de nous avoir aidé à accéder a l'INCC/GN.

Nous tenons à remercier grandement Docteur Lahouel Ammar chef de département de la médecine légale pour son accueil.

A Mr Djedouani Brahim, notre Co-promoteurs qui nous a guidé et soutenu tout au long de la réalisation de ce mémoire en nous prodiguant de fructueux conseils et en nous faisant bénéficier de s son savoir et de son expérience. Son aide efficace, sa disponibilité à notre égard, son orientation régulière et multitudes.

Nous le prions de trouver ici l'expression de notre sincère reconnaissance, de notre profonde gratitude et le témoignage de notre respectueux attachement.

A Mr Toumi Moussa, pour l'accueil qu'il nous a réservé, ses conseils et ses orientations pour la réalisation de ce travail.

Nous remercions aussi toute l'unité de médecine légale notamment l'équipe du laboratoire d'entomologie de l'INCC/GN pour leur accueil et leur confiance surtout le lieutenant Teboul Amar pour son aide et Melle Bessam Farida pour son soutien.

A Mr Achour Kamel, ingénieur de statistiques au Ministère d'énergie et des mines, de nous avoir aidé a réalisé une partie importante dans notre travail.

En fin, un grand merci a toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

DEDICACES

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 mémoire de fin d'études à toute la famille BOUKERMA

« A toi mon père, même si tu es parti avant de partager cette joie avec ta fille chérie, je te dédie ce travail car c'est grâce à toi que je le présente aujourd'hui et pour toutes les années de bonheur et les beaux souvenirs que j'ai gardé de toi, Repose en paix et que dieu t'accueille dans son vaste paradis »

A ma 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 t'accorde une longue vie inchallah.

A mes sœurs « Rima, Djihad et Wissem », mes frères « Maamar et Mouad » que ce travail soit pour vous une source de fierté et un témoignage de mon affection et de ma reconnaissance. Que dieu vous procure santé, bonheur et longue vie.

A mon fiancé « Housseem » qui m'a toujours rapporté un soutien moral et qui n'a jamais cessé de m'encourager et de pousser en avant.

A mes grands-parents maternels « Abd Allah et Dahbia », mes oncles et mes tantes paternels et maternels ainsi qu'à tous mes cousins et mes cousines.

A mon chère amie et camarade Amina, avec qui j'ai partagé ce travail et surmonté toutes les difficultés rencontrées à sa réalisation, à ces parents « Farida et Abd elkader », sa sœur « Amel » et ses frères ainsi à toute la promotion d'entomologie médicale 2016/2017.

Enfin à toutes les personnes qui m'ont soutenu et aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

AHLEM

Je dédie ce Mémoire à...

A ma très chère mère FARIDA

La femme qui m'a donné la force et m'a poussé et encouragé pour être une étoile dans le ciel quand j'étais une pierre sur le sol... Ma mère, qui a ouvert ma réussite par son amour, son soutien, tous les sacrifices qu'elle a fait pour mon éducation et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand respect, et J'implore dieu le tout puissant de lui accorder bonne santé et longue vie.

A mon père Abdelkader

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

A ma deuxième maman khalto Zohra Ton amour, tes encouragements et ton soutien m'ont guidé et aidé à percer le chemin de succès. Tu as été pour moi la source de la tendresse et du bon sens. Puisse Dieu te garder, te procurer santé, joie et bonheur.

A ma Très chère sœur Amel L'amour et l'affection que je porte pour toi ne sauraient être exprimés en quelques lignes. Je te souhaite ma sœur à travers ce travail, plein de succès et réussite dans ta vie.

A mes très cher frère Aymen et Abedelah que dieu les gardes pour nous.

A mon très cher oncle Abedelaziz la personne fidèle qui m'a assisté dans les moments difficiles. Je te suis très reconnaissante, et je ne te remercierai jamais assez pour ton amabilité, ta générosité, ton aide précieuse.

A mon très cher oncle a l'étranger khalo Omar qui malgré la longue distance qui nous sépare n'a pas cessé de m'encourager j'aurai aimé qu'il soit présent avec nous.

A mon grand père Baba Mohamed que dieu le protège et lui donne une longue vie.

A tous mes très chers oncles et tantes maternels et paternels.

A mes cher cousines plutôt mes sœur Hanane et Hassina, Hamida et Mahdia ainsi ses frères Youcef, Yacine, Amine, Mohamed et sa femme Selma.

A mes très chères amies depuis les études premières Imene, Saliha et Monira

A tout mes collègues de formations surtout Khadija et Asma.

A ma très chère binome Ahlem(Fatima) et sa maman tata Dalila ainsi que ses sœurs Ryma, Jihad et Wissem sans oublier tonton Boualem rebi yerahmo.

AMINA

Résumé :

L'entomologie forensique est une discipline des sciences forensique qui étudie les insectes et d'autres arthropodes dans un contexte médico-légale. Les insectes nécrophages peuvent fournir des informations utiles sur le temps, le lieu et la cause du décès.

Notre étude a été réalisé au laboratoire d'entomologie du département de médecine légale à l'institut national de criminalistique et criminologie de la gendarmerie national (INCC/GN), elle porte sur l'étude du cycle de développement de deux mouches nécrophages à savoir : *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina* ainsi la relation entre la température, la mortalité et la durée du cycle de vie.

Les élevages ont été effectués dans différentes températures : 26°C, 28°C et 30°C, l'ADD a été calculé par la méthode de Marchenko ainsi le taux de mortalité et le sexe ratio ont été déterminés.

La durée de cycle de vie de *Lucilia sericata* a 26°C est de 15jour avec un cumule de 224 degrés/jours et un taux de mortalité de 57%, 14jour pour une température de 28°C avec un cumule de 209 degrés/jours et un taux de mortalité de 9%. Pour la température 30°C la durée de vie est de 13jour avec un cumule de 231°C degrés/jours et un taux de mortalité de 13%.

Pour la durée de cycle de vie de *Calliphora vicina* est de 18 jour pour un température de 26°C avec un cumule de 384 degrés/jours est un taux de mortalité de 22%, 17 jour pour un température de 28°C avec un cumule de 416 degrés/jours et un taux de mortalité de 26% et pour la température 30°C un durée de vie de 16 jours avec un cumule de 420 degrés/jours et un taux de mortalité de 26%.

Pour le sexe ratio des adultes émergés de *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata* est généralement 50:50.

Les résultats ont montré une corrélation positive entre la température et la durée du cycle de développement, en revanche, il n'existe aucune relation entre la température et la mortalité des différents stades biologiques des deux espèces étudiées.

Mots clés : Entomologie forensique, température, cycle de développement, mortalité, *Lucilia sericata*, *Calliphora vicina*.

ملخص :

علم الحشرات الجنائي هو فرع من فروع الطب الشرعي الذي يتناول دراسة الحشرات وغيرها من المفصليات في سياق الطب الشرعي، يمكن للحشرات آكلة الجيف توفير معلومات مفيدة حول وقت ومكان وسبب الوفاة.

أجريت دراستنا في مختبر علم الحشرات التابع لقسم الطب الشرعي في المعهد الوطني للأدلة الجنائية وعلم الإجرام التابع للدرك الوطني و هو يتناول دراسة مراحل تطور ذبابتين أكلتا الجيف: *لوسيليا سيريكاتا* (*Lucilia sericata*) و *كاليفورا فيسينا* (*Calliphora vicina*) وأيضا العلاقة بين درجة الحرارة ونسبة الوفيات ومدة دورة حياة هاتين الذبابتين.

أجريت عمليات التكاثر في درجات حرارة مختلفة : 26 درجة مئوية، 28 درجة مئوية و 30 درجة مئوية، تم حساب تراكم درجة الحرارة في اليوم بواسطة طريقة مارشنيكو، وبالتالي تم تحديد معدل الوفيات ونسبة الذكور و الإناث.

مدة دورة حياة *لوسيليا سيريكاتا* (*Lucilia sericata*) في 26 درجة مئوية هو 15 يوما مع معدل تراكم درجة الحرارة يقدر ب224 درجة / يوم ومعدل وفيات 57٪، 14 يوما بالنسبة لدرجة حرارة 28 درجة مئوية مع معدل تراكم درجة حرارة يقدر ب209 درجة / يوم و معدل وفيات يقدر ب9٪. بالنسبة لدرجة حرارة 30 درجة مئوية دورة الحياة هي 13 يوما مع معدل تراكم درجة الحرارة يقدر ب231 درجة / يوم ومعدل وفيات يقدر ب13٪.

بالنسبة لدورة الحياة *كاليفورا فيسينا* (*Calliphora vicina*) هي 18 يوما في درجة حرارة 26 درجة مئوية مع معدل تراكم درجة الحرارة يقدر ب 384 درجة / يوم مع معدل وفيات يقدر ب22٪، و 17 يوما بالنسبة لدرجة حرارة 28 درجة مئوية مع معدل تراكم درجة الحرارة يقدر ب416 درجة / يوم مع معدل وفيات يقدر ب26٪ وبالنسبة لدرجة حرارة 30 درجة مئوية دورة الحياة هي 16 يوما مع معدل تراكم درجة الحرارة يقدر ب 420 درجة / يوم ومعدل وفيات يقدر ب26٪.

نسبة الذكور و الإناث بالنسبة للذباب البالغ بالنسبة ل*كاليفورا فيسينا* (*Calliphora vicina*) و *لوسيليا سيريكاتا* (*Lucilia sericata*) هو عادة 50:50.

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة بين درجة الحرارة ومدة دورة حياة هاتين الذبابتين،، بالمقابل لا توجد علاقة بين درجة الحرارة ونسبة الوفيات لمختلف المراحل البيولوجية لتطور الأنواع المدروسة.

كلمات البحث: علم الحشرات الطب الشرعي، درجة الحرارة، دورة تنموية، وفيات، *لوسيليا سيريكاتا*، *كاليفورا فيسينا*

Abstract :

Forensic entomology is a discipline of forensic science that studies insects and other arthropods in a forensic context. Necrophagous insects can provide useful information on the time, place and cause of death.

Our study was carried out at the Entomology Laboratory of the Department of Forensic Medicine at the National Institute of Criminology of the National Gendarmerie (NCIC / GN). It deals with the study of the cycle of development of two necrophagous flies :*Lucilia sericata* and *Calliphora vicina*, and study the relationship between temperature, mortality and life cycle duration.

The breeding operations were carried out in different temperatures: 26°C, 28°C and 30°C, ADD was calculated by the Marchenko method, to determine the mortality rate and sex ratio.

The life cycle of *Lucilia sericata* at 26°C is 15 days with a cumulative 224 degrees / day and a mortality rate of 57%, 14 days for a temperature of 28°C with a cumulative of 209 degrees / days and a mortality rate of 9%. For the temperature 30°C the service life is 13 days with a cumulus of 231 degrees / days and a mortality rate of 13%.

For the cycle life of *Calliphora vicina* is 18 days for a temperature of 26°C with a cumulus of 384 degrees / days is a mortality rate of 22%, 17 days for a temperature of 28°C with a cumulative 416 degrees / day and a mortality rate of 26% and for the temperature 30°C a lifetime of 16 days with a cumulative 420 degrees / day and a mortality rate of 26%.

The sex ratio of emerged adults of *Calliphora vicina* and *Lucilia sericata* is usually 50:50.

The results showed a positive correlation between temperature and duration of the development cycle, but there is no relationship between temperature and mortality of the different biological stages of the two species studied.

Keywords: Forensic Entomology, Temperature, Developmental Cycle, Mortality, *Lucilia sericata*, *Calliphora vicina*.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction	1
Chapitre 1 : Revue bibliographiques.....	3
1. Généralités sur l'entomologie médico-légale.....	3
1.1 Définition	3
1.2 Historique	3
1.3 Intérêt	4
1.3.1 L'entomologie urbaine	4
1.3.2 L'entomologie des denrées stockées	5
1.3.3 Entomologie criminelle	5
2. Le cadavre en tant qu'écosystème	6
2.1 Processus de décomposition du corps	7
2.2 L'entomofaune nécrophage.....	8
2.2.1 Les insectes nécrophages.....	9
2.2.2 Les insectes nécrophiles	9
2.2.3 Les insectes opportunistes	9
2.2.4 Les insectes omnivores.....	10
3. La datation de l'intervalle post mortem par méthode entomologique	10
3.1 Intervalles post-mortem courts.....	11
3.1.1 Méthode indirecte	11
3.1.2 Méthode directe	12
3.2 Intervalles post-mortem longs	12
3.2.1 La théorie des escouades selon MEGNIN	12
3.2.2 Détermination par évaluation du nombre de générations d'insectes	12
4. Les limites et indications de l'entomologie forensique.....	13
4.1 Réfutation de la théorie de MEGNIN.....	13
4.2 Biais de résultats.....	14
4.2.1 Difficulté d'identification des espèces	14
4.2.2 Difficulté d'évaluation de l'âge de l'insecte	14

4.3	Les Diptères	17
4.3.1	Les Calliphoridae	17
4.3.2	Cycle de développement et biologie des diptères	18
4.4	Coléoptère	19
4.4.1	Cycle du développement des coléoptères	20
Chapitre 2 : Méthodologie		21
1.	Objectif	21
2.	Matériel et méthodes	22
2.1	Matériel	22
2.1.1	Matériel non biologique	22
2.1.2	Matériel biologique	22
2.1.3	Sur terrain	22
2.1.4	Au laboratoire	23
2.1.5	Mise en élevage	26
Chapitre 3 : Résultats et discussions.....		28
I. Résultats		29
1- Critères d'identification des deux espèces sélectionnées : <i>Lucilia sericata</i> et <i>Calliphora vicina</i>		29
2- Impactes des variations thermique sur certains caractères biologique de <i>Lucilia sericata</i> et <i>Calliphora vicina</i> en conditions contrôlées		29
2.1	<i>Lucilia sericata</i>	33
2.1.1.	Elevage à 26°C	33
2.1.2.	Elevage à 28 °C	39
2.1.3.	Elevage à 30°C	45
2.2	<i>Calliphora vicina</i>	51
2.2.1	Elevage à 26°C	51
2.2.2	A température de 28°C	56
2.2.3	A température de 30°C	62
2.3	Analyse de régression	68
II. Discussion.....		70
Conclusion.....		75
Références bibliographique.....		76
Annexe		83

Liste des abréviations

ADD : Accumulations degrés jours.

cm : centimètre.

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

IPM : Intervalles Post-Mortem.

IPMs : Intervalle Post-Mortem de submersion

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

° : degré.

°C : degré Celsius.

% : pour cent

Liste des tableaux	Nombre de page
Tableau 1 : Les seuils et les sommes de températures (en °C) du cycle de développement fonction des espèces les plus rencontrées (Marchenko, 2001)	11
Tableau 2 : Tableau des différentes escouades de Mégnin(1894) corrigé par Smith(1973).	13
Tableau 3 : Conditions d'élevage des deux espèces étudiées.	32
Tableau 4 : Fécondité et poids des œufs pondus par les femelles des deux espèces élevées à 26 °C (Température ambiante)	33
Tableau 5 : Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L.sericata</i> en conditions contrôlées (Température 26°C ; Humidité relative : 70%).	34
Tableau 6a : Résultats d'élevage de <i>L. sericata</i> (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf en pupe).	35
Tableau 6b : Résultats d'élevage de <i>L. sericata</i> (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupe a l'adulte).	35
Tableau 7 : Estimation du sexe ratio des individus de <i>Lucilia sericata</i> à 26°C.	37
Tableau 8 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et des adultes dans l'élevage de <i>Lucilia sericata</i> à 26°C en rapport avec le nombre d'œufs élevés.	37-38
Tableau 9 : Evaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22 °C (Température ambiante).	
Tableau 10 : Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L.sericata</i> en conditions contrôlées (Température 28°C ; Humidité relative : 70%).	39
Tableau 11a : Résultats d'élevage de <i>L.sericata</i> (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).	40
Tableau 11b : Résultats d'élevage de <i>L.sericata</i> (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupe a l'adulte).	40
Tableau 12 : Estimation du sexe ratio des individus de <i>L.sericata</i> à 28°C.	42
Tableau 13 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de <i>L.sericata</i> à 28°C par rapport au nombre d'œufs mis en élevage.	42-43
Tableau 14 : Evaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22 °C (Température ambiante)	44
Tableau 15 : Estimation de la durée du cycle de développement de <i>L.sericata</i> en conditions contrôlées (Température 30°C ; Humidité relative : 70%).	45
Tableau 16a : Résultats d'élevage de <i>L. sericata</i> (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).	46

Tableau 16b : Résultats d'élevage de <i>L. sericata</i> (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupe a l'adulte).	46
Tableau 17 : Estimation du sexe ratio des individus de <i>Lucilia sericata</i> à 30°C.	48
Tableau 18 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de <i>Lucilia sericata</i> à 30°C par rapport au nombre d'œufs.	49
Tableau 19 : Fécondité et poids des œufs pondus par les femelles de <i>Calliphora vicina</i> espèces élevées à 26 °C (Température ambiante)	51
Tableau 20 : Estimation de la durée du cycle de développement de <i>C.vicina</i> en conditions contrôlées (Température 26°C ; Humidité relative : 70%).	52
Tableau 21a : Résultats d'élevage de <i>C.vicina</i> (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).	53
Tableau 21b : Résultats d'élevage de <i>C.vicina</i> (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de la pupe a l'adulte).	53
Tableau 22 : Estimation du sexe ratio des individus de <i>Calliphora vicina</i> à 26°C.	54
Tableau 23 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de <i>Calliphora vicina</i> à 26°C par rapport au nombre d'œufs.	55-56
Tableau 24 : Evaluation des poids et du nombre des œufs pondus à 22 °C (Température ambiante).	57
Tableau 25 : Estimation de la durée du cycle de développement de <i>C.vicina</i> en conditions contrôlées (Température 28°C ; Humidité relative : 70%).	58
Tableau 26a : Résultats d'élevage de <i>C.vicina</i> (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).	59
Tableau 26b : Résultats d'élevage de <i>C.vicina</i> (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupe a l'adulte).	59
Tableau 27 : Estimation du sexe ratio des individus de <i>C.vicina</i> à 28°C.	60
Tableau 28 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de <i>C.vicina</i> à 28°C par rapport au nombre d'œufs.	61
Tableau 29 : Evaluation des poids et du nombre des œufs pondus par les femelles de <i>C.vicina</i> à 22 °C (Température ambiante).	63
Tableau 30 : Estimation de la durée du cycle de développement de <i>C.vicina</i> en conditions contrôlées (Température 30°C ; Humidité relative : 70%).	63-64
Tableau 31a : Résultats d'élevage de <i>C.vicina</i> (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).	64
Tableau 31b : Résultats d'élevage de <i>C.vicina</i> (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de la pupe a l'adulte).	65
Tableau 32 : Estimation du sexe ratio des individus de <i>Calliphora vicina</i> à 30°C.	66
Tableau 33 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de <i>Calliphora vicina</i> à 30°C par rapport au nombre d'œufs.	67

Liste des figures	Nombre de page
Figure 1 : Schéma des différents constituants de l'écosystème « cadavre ».	7
Figure 2 : Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre	9
Figure 3 : Cycle de développement des diptères.	20
Figure 4 : l'Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC/GC).	22
Figure 5 : <i>Calliphora vicina</i> (originale).	23
Figure 6 : <i>Lucilia sericata</i> (originale)	23
Figure 7 : Un piège dispositif (Originale).	24
Figure 8 : Piège (Originale).	24
Figure 09 : Boite d'élevage (originale).	25
Figure 10 : Une cage d'insectes de grande dimension (60x34x53 cm) (originale).	25
Figure 11 : Les cachettes (les gobelets jetables en carton) (originale).	26
Figure 12 : Un amas d'œufs (originale).	27
Figure 13 : Préparation des boîtes d'élevages (Originale).	27
Figure 14 : A : Des pupes, B : émergence d'adulte vue du haut C : émergence d'adulte vue du bas.	92
Figure15 : <i>Lucilia sericata</i> (Diptera : Calliphora) (originale).	29-30
Figure 16 : <i>Calliphora vicina</i> (Diptère : Calliphoridae) (originale).	30-31
Figure 17 : Dimorphisme sexuel retrouvé chez la plupart des mouches d'importance forensique (originale).	32
Figure 18 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de <i>L.sericata</i> à 26°C.	36
Figure 19 : Pourcentage du sexe ratio de <i>Lucilia sericata</i> élevés à 26°C.	37
Figure 20 : Pourcentage de mortalité des individus de <i>Lucilia sericata</i> émergés et élevés à 26 C°. A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).	38
figure 21 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de <i>Lucilia sericata</i> à 28°C.	41

Figure 22 : Pourcentage du sexe ratio des individus de <i>Lucilia sericata</i> élevés à 28°C.	42
Figure 23 : Pourcentage de mortalité des individus de <i>Lucilia sericata</i> émergés et élevés à 28 C° A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).	43
Figure 24 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de <i>Lucilia sericata</i> à 30°C.	47
Figure 25 : Pourcentage du sexe ratio des individus de <i>Lucilia sericata</i> élevés à 30°C.	48
Figure 26 : Pourcentage de mortalité des individus de <i>Lucilia sericata</i> émergés et élevés à 30 C° A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).	50
figure 27 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de <i>Calliphora vicina</i> à 26°C.	53
Figure 28 : Pourcentage du sexe ratio des individus de <i>Calliphora vicina</i> élevés a 26°C.	54
Figure 29 : Pourcentage de mortalité des individus de <i>Calliphora vicina</i> émergés et élevés à 26 C° A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).	55
Figure 30 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de <i>Calliphora vicina</i> à 28°C.	59
Figure 31 : Pourcentage du sexe ratio des individus de <i>Calliphora vicina</i> élevés à 28°C.	60
Figure 32 : Pourcentage de mortalité des individus de <i>Calliphora vicina</i> émergés et élevés à 28 C° A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).	61
figure 33 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de <i>Calliphora vicina</i> à 30°C.	64
Figure 34 : Pourcentage du sexe ratio des individus de <i>Calliphora vicina</i> élevés a 30°C.	65
Figure 35 : Pourcentage de mortalité des individus de <i>Calliphora vicina</i> émergés et élevés à 30 C° A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).	66
Figure 36 : Relation entre le nombre des pupes et la température chez <i>Lucilia sericata</i> .	68
Figure 37 : Relation entre le nombre d'adultes et la température chez <i>Lucilia sericata</i>	68
Figure 38 : Relation entre la mortalité (œufs-pupes) et la température chez <i>Lucilia sericata</i> .	68
Figure 39 : Relation entre la mortalité (pupes-adultes) et la température chez <i>Lucilia sericata</i> .	68
Figure 40 : Relation entre la mortalité (œufs-adultes) et la température chez <i>Lucilia sericata</i> .	69
Figure 41 : Relation ente la durée du cycle de développement et la température chez <i>Lucilia sericata</i> .	69
Figure 42 : Relation entre le nombre des pupes et la température chez <i>Calliphora vicina</i> .	69

Figure 43 : Relation entre le nombre des pupes et la température chez <i>Calliphora vicina</i> .	69
Figure 44 : Relation entre la mortalité (œufs-pupes) et la température chez <i>Calliphora vicina</i> .	70
Figure 45 : Relation entre la mortalité (pupes-adultes) et la température chez <i>Calliphora vicina</i> .	70
Figure 46 : Relation entre la mortalité (œufs-adultes) et la température chez <i>Calliphora vicina</i> .	70
Figure 47 : Relation entre la durée du cycle de développement et la température chez <i>Calliphora vicina</i> .	70
Figure 48 : le parasite hyménoptère <i>Nasonia vitripenni</i> (originale).	92

Introduction

Lors de la découverte d'un cadavre, la détermination du moment du décès est l'objectif principale des enquêteurs, cette information est fournie par les médecins légistes par une étude des caractéristique du corps et de son état de décomposition (T° corporelle, lividité et rigidité cadavériques). **(Charabidze, 2008)**

Cependant, ces méthodes classiques ne sont fiables que durant une courte période (48h à 72h), au-delà l'estimation du délai devienne imprécise. L'étude des insectes nécrophage peut fournir des informations plus précises sur la date de décès, la discipline qui s'intéresse à l'étude des insectes dans un contexte juridique est appelée Entomologie forensique ou Entomologie médico-légale. **(Charabidze, 2008)**

L'estimation de la date de la mort, se fait par la détermination de la période de l'activité des insectes sur le corps, correspond à l'intervalle post-mortem par l'estimation de la période de ponte des premières mouches nécrophages venues coloniser le corps. Généralement, on considère qu'il y a une concomitance entre les pontes et le décès. Chaque insecte nécrophage possède des caractéristiques biologiques qu'il est nécessaire de les 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 ambiante et l'activité des insectes adultes. **(Hamel, 2011)**

Une étude a été faite l'année passée basée sur l'influence de deux température (24°C et 27°C) sur le développement des diptères nécrophages : *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*, vue l'importance de cette étude nous avons contribué à l'étude de la relation entre la température et le taux du développement de deux insectes nécrophages à savoir : *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata* élevées dans trois température différentes (26°C, 28°C et 30°C), afin de définir l'Accumulation de degré jours (ADD).

Cette étude nous permettra :

- D'évaluer la durée des différentes phases dans le cycle de développement des deux espèces étudiées,
- D'estimer les températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de MARCHENKO,
- D'estimer le sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés.

Dans le cadre de ce présent travail, nous allons essayer de répondre à la question suivante : Est ce qu'il existe une corrélation entre la température, la mortalité et la durée de cycle de développement des diptère nécrophages ?

1. Généralités sur l'entomologie médico-légale

1.1 Définition :

Lorsque la mort remonte à plus de 72h ou que des signes de putréfaction avancée sont visibles, les techniques thanatologiques usuelles (méthodes thermométriques, rigidités, hypostases ou les méthodes biochimiques) ne sont plus efficaces pour évaluer avec exactitude le moment du décès (**Catts et Goff, 1992**). Les insectes présents sur le corps et de façon plus large sur la scène du décès constituent meilleurs bio-indicateurs pour dater la mort. L'entomologie médico-légale, entomologie judiciaire ou entomologie criminelle, sont les différentes appellations données à l'application de l'entomologie au service de la justice (**Gennard, 2007**).

Selon **Hall (2001)**, l'entomologie médico-légale est définie comme l'étude des insectes ainsi d'autres Arthropodes (Acariens) dans un contexte judiciaire. De sa part Emanuel Gaudry, chef de département entomologie légale à l'Institut Nationale de recherche criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRC/GN) de France, la définit comme une discipline des sciences forensiques qui utilise les insectes ou leur restes tel que les pupes vides, ainsi que d'autres arthropodes, à des fins médico-légales. Elle constitue l'ensemble des interactions entre les insectes et la justice (**Gaudry et al., 2014**).

1.2 Historique :

L'utilisation de l'entomologie à des fins médico-légales n'est pas récente. La première enquête criminelle résolue par l'utilisation des insectes documentés dans la littérature date au XIII^{ème} siècle en Chine. Il s'agit d'une enquête élançée par le sage d'un village suite à la découverte d'un cadavre dans un champ de riz, tué par un coup de hache. A cet effet le sage du village a ordonné tous les paysans de ramener leur serpe et les déposer alignés devant eux, quelque minute après, des insectes attirés par les vestiges de sang laissé sur l'arme du crime, ce qui a été utilisé comme preuve de condamnations du propriétaire de la hache.

En Europe la première publication en relation avec l'entomologie médico-légale remonte au XVII^{ème} siècle « dix-septième » faite par Dr. Bergert en 1850 relative à une autopsie d'un cas où il a étudié les insectes présents sur le corps d'un nouveau-né retrouvé derrière une acheminée, il a estimé que la mort remonte à 2 ans (**Bergert, 1855**). Mais ce n'est que vers la fin du XIX^{ème} siècle que la 1^{ère} base scientifique de l'utilisation des insectes nécrophages a été faite par les travaux de Megnin (**Megnin, 1894**).

Depuis cette époque, l'étude de ces insectes est devenue essentielle. En effet, ils sont utilisés pour déterminer le moment du décès avec précision et déduire si le corps a été déplacé depuis le décès, ou si une drogue ou un poison a été utilisé (**Klotzbachet et al., 2004**).

Aux Etats Unis, depuis 1980, le Fédéral Bureau of Investigation (FBI) a mis en place une cellule spécialisée. Au Canada une unité d'entomologie légale s'est créée en 1988 (**Singh et Sharma, 2008 ; Frederichx et al., 2011**).

Grâce aux connaissances acquises sur la biologie, les différentes espèces ainsi que sur la distribution des insectes et notamment des diptères Calliphoridae et Sarcophagidae, les techniques en entomologie médico-légale n'ont cessé de se développer et s'affiner depuis la fin du XX^{ème} siècle (**Charabidze et Bourel, 2007 ; Mougeat, 2012**).

En Algérie cette science est très mal connue, elle est utilisée seulement dans le laboratoire d'entomologie à l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie National (INCC/GN) et cela depuis exactement 2010.

1.3 Intérêt :

La datation de la mort « l'heure de la mort » est un élément essentiel dans une enquête judiciaire relative à la découverte d'un cadavre ou des restes cadavériques, cette tâche est confiée aux médecins légistes qui se basent sur l'étude sémiologique des critères thanatologiques comme l'évolution de la rigidité et de la lividité cadavérique, de la thermométrie du corps, la déshydratation du corps et par le dosage de potassium présent dans l'humeur vitrée de l'œil (**Niederegger et al., 2010**). Ces techniques ne sont fiables que pour la datation des corps dont la mort est récente. L'entomologie légale offre une alternative très fiable pour la datation de la mort, sur tout pour des cadavres dont la mort remonte à plusieurs mois ou même des années (**Roberts et Marquez-Grant, 2012**). Il est à noter, Selon la littérature, que l'étude des insectes a plusieurs d'autres applications dans un contexte judiciaire, qui permet de subdiviser l'entomologie légale en trois sous-disciplines (**Hall, 2001 ; Hall et Huntington, 2009**). On y inclut l'entomologie dite «urbaine», l'entomologie des denrées stockées et enfin, celle qui nous intéresse plus particulièrement, l'entomologie criminelle (**Frederichx et al., 2011**).

1.3.1 L'entomologie urbaine :

Se concentre principalement sur les insectes (termites, cafards, etc.) causant des nuisances au sein de l'environnement humain (habitations, piscines, musées, etc.) (**Hall, 2001**).

1.3.2 L'entomologie des denrées stockées :

S'intéresse aux arthropodes et débris d'arthropodes (exuvies, excréments, partie d'insecte, etc.) retrouvés dans la nourriture, les denrées stockées et autres produits (livres, textiles, etc.) (**Catts et Goff, 1992**)

1.3.3 Entomologie criminelle :

A nos jours les insectes ont plusieurs applications, dans le domaine judiciaire, dont les suivantes applications sont les plus répandus :

1.3.3.1 Estimation de l'intervalle post mortem (IPM) :

C'est la première application qui nous vient à l'esprit quand on parle d'entomologie forensique. L'utilisation des insectes pour estimer la date du décès, plus précisément l'intervalle post mortem ou IPM, celui-ci se définit comme étant le laps de temps écoulé entre la date du décès et la date de découverte du corps (**Wyss et Cherix, 2006 ; Gaudry et al., 2007**).

D'autres indices sur les conditions du décès, à savoir : transport et mobilisation du corps post-mortem, temps d'immersion d'un corps, temps de décapitation ou de démembrement, peut être possible à obtenir par l'étude de l'ordre d'arrivée sur le cadavre et le stade de développement des espèces d'insectes (**Benecke, 2004**).

1.3.3.2 Enfants et personnes âgées maltraités :

Les insectes nécrophages peuvent aussi révéler certains cas de maltraitances et de négligence sur les personnes dépendantes de notre société telles que les personnes âgées ou les enfants en bas âge (**Benecke et Wells, 2001**). En effet, les larves de certains Diptères nécrophages, par exemple *Lucilia sericata* Meigen 1826, sont attirées par les odeurs, comme l'ammoniaque, provenant de l'urine et des fèces. La présence d'asticots au niveau d'une blessure (escarres) ou d'un orifice naturel d'une personne vivante provoque des lésions et indique souvent que la personne est négligée. Ces lésions, appelées myiasés des plaies ou traumatiques, apparaissent sous forme d'abcès et de furoncles de coloration rougeâtre qui deviennent douloureux (**Gennard, 2007**).

L'estimation de l'âge de ces larves permet de déterminer depuis quand les larves sont présentes sur le corps et donc depuis quand la personne est délaissée (**Guilhouet et al., 2003**).

1.3.3.3 Entomotoxicologie :

L'entomotoxicologie est l'étude de la bioaccumulation des xénobiotiques chez les insectes ou d'autres arthropodes en vue de déterminer la présence éventuelle de ces mêmes xénobiotiques au niveau du cadavre (**Gagliano-Candela et Avantaggiato, 2001 ; Introna et al., 2001**). En effet, les insectes nécrophages (aussi bien les Diptères que les Coléoptères) collectés sur un cadavre et aux alentours de celui-ci s'avèrent utile lorsque le corps est trop décomposé (absence de tissus, de sang

ou d'urine) pour procéder à des analyses toxicologiques sur des échantillons de tissus "classiques" (**Benecke, 2007 ; Amendt et al., 2007**).

Le matériel biologique d'intérêt en entomotoxicologie se compose essentiellement de larves, de pupes, d'insectes adultes (aussi bien les Diptères que les coléoptères), de pupes vides, d'exuvies et même parfois de matière fécale de Coléoptères (**Gagliano-Candela et Aventaggiato, 2001**).

En effet, les larves de Diptères, qui se nourrissent sur un corps intoxiqué, ne métabolisent qu'en partie les drogues ou toxines prises par la personne lorsque celle-ci était vivante (**Amendt et al., 2010**). Le transfert de ces substances se fera également aux Coléoptères qui se nourrissent de ces larves ou directement du cadavre (**Lopes de Carvalho, 2010**) C'est ce qu'on appelle un phénomène de seconde bioaccumulation (**Introna et al., 2001**). L'étude entomotoxicologie permet donc d'identifier et de quantifier la présence de xénobiotiques chez les arthropodes se nourrissant sur les cadavres (**Tracqui et al., 2004 ; Amendt et al., 2007**), Il est donc ainsi possible d'avoir une idée des causes du décès. L'entomotoxicologie permet également une meilleure estimation des IPM (**Tracqui et al., 2004**).

1.3.3.4 L'ADN :

L'identification moléculaire des insectes se nourrissant de cadavres peut être une technique importante en entomologie médico-légale, en particulier si les espèces larvaires indéterminées sont récupérées sur scène de crime (**Gennard, 2012**). L'analyse est souvent réalisée par des biologistes moléculaires, bien que les réponses soient interprétées par des entomologistes (**Oliveira-Costa et Mello-Patiu, 2004**). En traitement des dossiers, les stades de développement immatures des insectes collectés d'un cadavre sont élevés à l'âge adulte afin d'identifier les espèces en utilisant la morphologie (**Gupta et Setia, 2004**). Ceci est un processus lent, en utilisant des méthodes moléculaires, aux cotés de l'identification morphologique peut, à l'occasion, être un moyen plus rapide et plus précis pour fournir la base pour la détermination du PMI (**Frederichx, et al., 2011**).

2. Le cadavre en tant qu'écosystème :

Lorsqu'une espèce animale meurt, elle est rapidement visitée et colonisée par de nombreux organismes. La majorité de ces organismes sont des arthropodes avec une nette prépondérance d'insectes.

Le cadavre constitue pour ces différentes espèces un substrat nourricier, un site de pontes, un refuge ou encore un territoire idéal (figure 1) (**Hamel, 2011**).

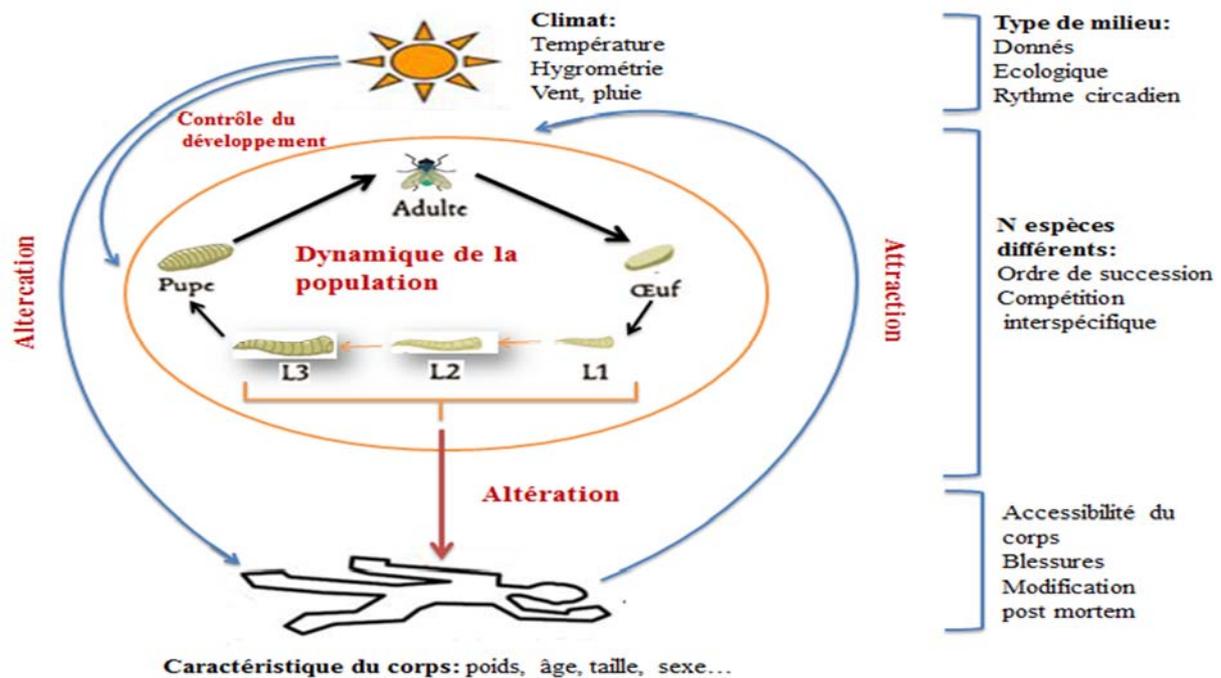


Figure 1 : Schéma des différents constituants de l'écosystème « cadavre » (Hamel, 2011).

2.1 Processus de décomposition du corps

La décomposition d'un corps comporte une série de processus dynamique qui vont entraîner des changements biologiques, chimiques et physiques au niveau du cadavre (Anderson, 2001). Hormis la décomposition biologique du corps par des microorganismes (bactérie, champignons saprophytes), des Arthropodes (dont les insectes) et sa destruction par les vertébré (mammifère, oiseaux) (Marchenko, 2001), le corps subit une thanatomorphose.

Il ne s'agit pas là de stades clairement définissables, mais de phénomènes qui se combinent et se superposent (Charabidze, 2014). Le stade initial, appelé phase de dégradation passive, débute quelques minutes après le décès.

L'organisme étant privé d'oxygène, le sang va alors s'acidifier et les enzymes cellulaires vont débiter l'autolyse des tissus. Cette dégradation est responsable d'un développement de l'activité bactérienne et parasitaire, lui-même à l'origine de la dégradation des molécules organiques complexes, en gaz et fragments protéiques élémentaires. Le premier signe de cette putréfaction est l'apparition au bout de 48h d'une tâche abdominale verdâtre et d'un gonflement de cette zone sous l'effet des gaz produits. Ces derniers vont être évacués par les voies naturelles où causer la rupture de l'abdomen (Goff, 2009).

La phase de dégradation active qui suit, est caractérisée par la dégradation des muscles en acides gras volatils et la formation d'adipocérose à partir des tissus gras. Cette étape dure quelques mois et aboutit à la momification du corps (**Campobasso et al., 2001**).

Enfin, la décomposition se termine par les os et la peau, processus de minéralisation qui conduit à la substitution des éléments organiques initialement présents en éléments minéraux. Ce phénomène peut selon les facteurs influents durer quelques années (**DeVault et al., 2003**).

Pendant toute les phases d'autolyse et de putréfaction, le corps va dégager des odeurs spécifiques, perceptibles ou non par l'homme, mais extrêmement attractives pour les voraces insectes nécrophages (**Carter et al., 2007**)

2.2 L'entomofaune nécrophage

Les insectes s'inscrivent au sein des arthropodes, animaux invertébrés caractérisés par une exosquelette rigide et la présence de pattes articulées (**Smith, 1986**). Cet auteur a distingué 4 types d'insectes en fonction de leur mode d'alimentation et de dépendance vis-à-vis du corps inanimé (figure 2) :

2.2.1 Les insectes nécrophages

Les insectes nécrophages, grâce à de puissants chimiorécepteurs présents dans leurs antennes, sont dotés d'un odorat très performant leur permettant de détecter l'odeur d'un cadavre frais quelques minutes seulement après le décès, voire parfois même au moment de l'agonie et ce jusqu'à une distance de plusieurs kilomètres. Ils se nourrissent du substrat et l'utilisent pour assurer la subsistance de leurs larves. Les diptères *Calliphoridae*, *Muscidae*, *Sarcophagidae*, *Fanniidae*, *Piophilidae* et *Phoridae*, mais aussi les Coléoptères *Dermestidae*, *Silphidae*, *Cleridae* et *Nitidulidae*, restent les principaux insectes nécrophages présents sur le corps sans vie (**Wyss et Cherix, 2006**).

2.2.2 Les insectes nécrophiles

Ces insectes ne se nourrissent pas directement du substrat formé par le cadavre, mais sont prédateurs ou parasites des espèces nécrophages. Ce sont principalement des Coléoptères mais il existe aussi des Acariens et des Diptères (**Gaurdry, 2002**).

2.2.3 Les insectes opportunistes

Ils utilisent le cadavre comme refuge pour étendre leur habitat. On parle ici des chenilles et papillons ainsi que des araignées (Laclercq et Vestraeten, 1993).

2.2.4 Les insectes omnivores

Ces insectes ne sont pas forcément nécrophages mais utilisent le cadavre comme source alimentaire et se nourrissent de poils, tissus, etc. Ils peuvent également se nourrir d'insectes présents sur le cadavre. Les principaux omnivores rencontrés sont certains coléoptères, les guêpes et les fourmis (Wyss et Cherix, 2006).

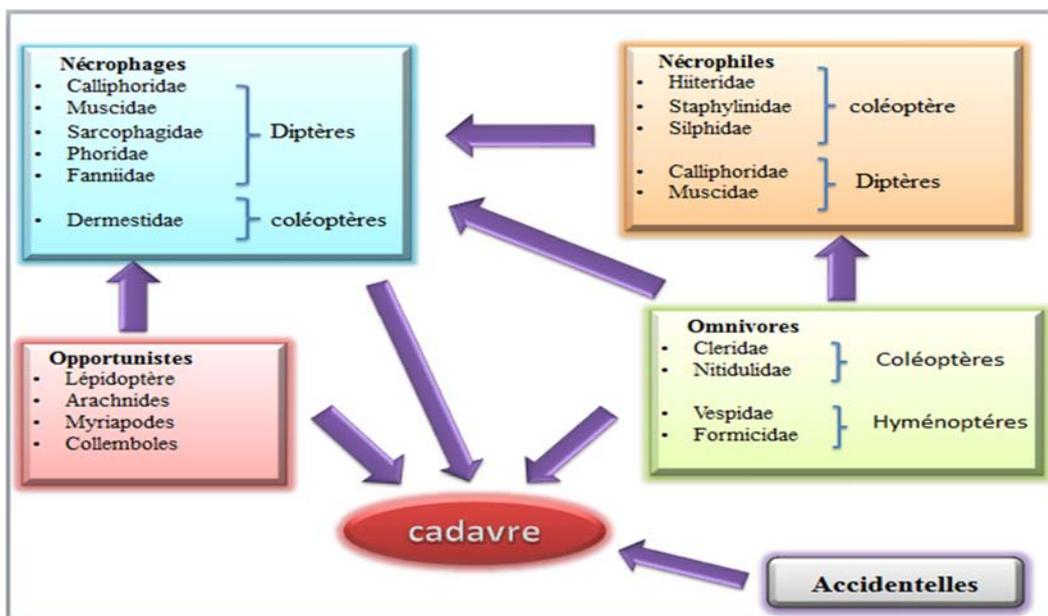


Figure 2 : Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre (Arnaldos et Luma, 2005).

3. La datation de l'intervalle post mortem par méthode entomologique :

Dans la littérature, on parle souvent de deux méthodes pour déterminer un intervalle post mortem en utilisant les insectes comme bioindicateurs en fonction du laps de temps écoulé depuis le décès (Swift, 2006 ; Amendt et al., 2007).

Il existe deux méthodes de datation :

- La première pour établir un intervalle post-mortem «court» se base sur l'âge des premiers insectes colonisant le cadavre. Elle doit tenir compte de nombreux facteurs tels que l'accessibilité du corps aux insectes dès le décès et des conditions climatiques favorables à l'activité des mouches (Wyss et Cherix, 2006).

- La deuxième pour établir un intervalle post-mortem « a long terme » elle se base sur la reconstitution des successions entomologiques pour déterminer l'IPM lorsque plusieurs générations d'insectes ont colonisé le corps. Cette méthode, basée sur la théorie des escouades, est peu précise et à utiliser avec précaution (Wyss et Cherix, 2006).

3.1 Intervalles post-mortem courts

On considère que l'intervalle post-mortem est court lorsque les premiers insectes colonisateurs sont toujours en développement sur le cadavre. Cet intervalle débute après le décès et se termine généralement quelques semaines plus tard. Il existe deux méthodes d'estimation de cet intervalle (Day et Wallman, 2006).

3.1.1 Méthode indirecte :

Détermination de l'âge de l'insecte après métamorphose complète. Après prélèvement du matériel entomologique, les insectes sont mis en élevage jusqu'à l'émergence de l'imago. Les larves de diptères extraites vivantes sont ainsi placées sur un substrat nutritif (muscle de bœuf) dans des boîtes de plexiglas contenant un lit de sable favorisant la nymphose, tandis que les pupes sont déposées directement dans des boîtes à insectes vivants. Les élevages sont alors maintenus dans des enceintes climatiques thermo-régulées à 24°C et avec une humidité à 70% (Haskell et catts, 1990).

Cette méthode, très souvent choisie, présente toutefois l'inconvénient de devoir attendre l'émergence de l'imago et donc de perdre du temps et de potentiellement retarder l'enquête criminelle.

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. Parmi les techniques utilisées celle de Marchenko (2001) (tableau 1).

Tableau 1 : Les seuils et les sommes de températures (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>Calliphora vicina</i>	2.0	388.0
<i>Calliphora vomitoria</i>	3.0	472.0
<i>Protophormia terranova</i>	7.8	251.0
<i>Luciliasericata</i>	9.0	207.0
<i>Chrysomyaalbiceps</i>	10.2	186.0
<i>Phormia regina</i>	11.4	148.0

3.1.2 Méthode directe :

Détermination immédiate de l'âge de l'insecte. Il s'agit là d'une méthode plus précieuse permettant de déterminer l'âge des larves ou plus communément des insectes en fonction de certains critères morphologiques, anatomiques, hormonaux ou de constitution (Byrd et Costner, 2001).

Les plus grandes larves, même mortes, sont ainsi collectées sur le cadavre et ses environs, identifiées et analysées selon le paramètre retenu. En comparant le résultat obtenu à celui standardisé, on va alors pouvoir estimer l'âge de l'insecte et obtenir par la même méthode que précédemment, la date de ponte en corrélant le niveau de développement aux températures enregistrées.

3.2 Intervalles post-mortem longs

3.2.1 La théorie des escouades selon MEGNIN :

Pour estimer la date du décès, il suffit alors selon MEGNIN de prélever l'entomofaune nécrophage présente sur le lieu macabre, d'identifier les espèces et les corréler aux phases de décomposition du corps. Cette théorie a plus récemment été reprise et complétée par ANDERSON, qui précise que les insectes ne sont pas les mêmes non plus selon les saisons et qu'ainsi, en fonction de la composition d'insectes on peut connaître la période de l'année pendant laquelle le corps a été colonisé (Méglin, 1894).

3.2.2 Détermination par évaluation du nombre de générations d'insectes :

Les cadavres dont la découverte fut plus tardive (quelques mois) ont pu être colonisés par plusieurs générations d'insectes qui se sont succédé. 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).

4. Les limites et indications de l'entomologie forensiques

4.1 Réfutation de la théorie de MEGNIN

La théorie de succession immuable des escouades d'insectes établie par MEGNIN, prise comme référence par les entomologistes du monde entier, est désormais largement controversée et remise en cause par de nombreuses études. En 1909, A.LACASSAGNE, dans son Précis de Médecine Légale, ajoutait une restriction à la théorie de MEGNIN, à savoir que les différentes escouades ne se suivaient pas et qu'elles pouvaient également se chevaucher. Plus tard cette théorie a été confirmée par les travaux de SMITH (Smith, 1986). En 1997 et 2003 WYSS et CHERIX ont réalisé des expériences sur des porcs en milieux ouverts et fermés ont conforté cette remise en cause du modèle de MEGNIN (Wyss et Cherix, 2003).

La théorie des escouades de MEGNIN, fondée sur l'observation de plusieurs cas au contexte similaire, semble ainsi erronée car elle ne prend pas en compte les différents facteurs susceptibles d'affecter la colonisation (saison, lieu géographique, accessibilité du corps, etc..). La théorie de MEGNIN peut donc être un indice et servir d'appui à d'autres éléments de l'enquête mais ne doit pas être considérée comme une méthode entomologique médico-légale suffisante à la datation d'un corps (Méglin, 1894).

Tableau 2 : Tableau des différentes escouades de Mégnin (1894) corrigé par Smith(1973)

Les escouades	Insecte et acariens	Etat du corps	IPM
1^{ère} escouade			
Diptère	Calliphoridae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Calliphora vicina</i> • <i>Calliphora vomitoria</i> • <i>Lucilie spp</i> Muscidae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Musqua domestica</i> • <i>Musqua automnale</i> • <i>Muscinal ambulance</i> 	Frais et récent (variable selon la saison, la température)	
2^{ème} escouade			
Diptère	Calliphoridae <i>Calliphora vicina</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Calliphora vomitoria</i> • <i>Lucilie spp</i> Cynomyia Mortorum Sarcophagidae	Odeur développée	3 ^{ème} mois
3^{ème} escouade			
Coléoptère Lépidoptère	Dermestidae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Aglossa sp</i> 	Graisse rance	
4^{ème} escouade			
Diptère Coléoptère	Piophilidae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sesia</i> Drosophilidae Fanniidae Sphaeroceridae Syrphidé Cleridae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nécrobie sp</i> 	Après la fermentation butyrique et caséique	3 à 6 mois
5^{ème} escouade			
Diptère Coléoptère	Muscidae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hydrobase sp</i> Phoridae Silphidae Hiiteridae	Fermentation ammoniacale Evaporation des liquides sanieux	4 à 8 mois
6^{ème} escouade			
	Acariens		6 à 12 mois
7^{ème} escouade			
Coléoptère Lépidoptère	Dermestidae <ul style="list-style-type: none"> • <i>Dermeste</i> • <i>Moculatus</i> • <i>Attagenu spellio</i> Tineidae	Complètement sec	1 à 3 ans
8^{ème} escouade			
Coléoptère	Ptinidae Tenebrionidae		3ans et plus

4.2 Biais de résultats

Les méthodes utilisées pour évaluer l'IPM en entomologie médico-légale nécessitent d'identifier l'insecte, d'estimer son âge au moment de la découverte du cadavre, de connaître les températures ayant régné lors de la période de la décomposition du corps et de savoir la relation existante entre ces dernières et le développement de l'insecte. La moindre erreur concernant l'un de ces paramètres entraîne une évaluation erronée de la date de ponte et celle-ci correspondant à l'IPM, une répercussion sur ou sous estimée de celui-ci (**Disney, 2008**).

4.2.1 Difficulté d'identification des espèces

L'évaluation de l'âge d'un insecte est possible car il existe pour une espèce donnée, une corrélation croissante et linéaire entre le taux de développement et la température, cette corrélation est spécifique à l'espèce. A cet effet, l'identification correcte est très essentiel pour une estimation correcte de l'IPM, confondre deux espèces peut amener à évaluer une valeur erronée concernant le développement de l'insecte et donc de l'IPM.

Les insectes sont identifier a la base de leur critères morphologique, une tâche critique qui nécessite une bonne maîtrise de la discipline (taxonomie), car de nombreuses espèces ont une morphologie similaire et de nouvelles familles sont recensées chaque année. L'identification génétique (par ADN) constitue une alternative de confiance. De nombreuses études génétiques sont actuellement menées sur un échantillon faible d'individus, les erreurs peuvent exister d'où la nécessité de compléter l'étude moléculaire à l'étude morphologique pour plus d'exactitude (**Anderson, 2010**).

4.2.2 Difficulté d'évaluation de l'âge de l'insecte :

4.2.2.1 Difficulté lié aux techniques d'estimation de l'IPM :

Il existe deux méthodes d'évaluation de l'âge de l'insecte ; directe et indirecte dont chacune est limité par certain facteurs. Il est a noté, mise à part de ces deux techniques qu'il existe une nouvelle, basée sur l'analyse génétique est depuis peu également utilisée pour déterminer l'âge des insectes. En effet, la synthèse de certains produits de gène nécessaires à la croissance va croitre ou diminuer selon les étapes de développement de l'insecte. En analysant le modèle d'expression du gène, on peut alors le corrélér à un stade de développement et déterminer l'âge de l'insecte (**Wyss et Cherix, 2006**).

✓ Méthode directe

Pour l'estimation de l'âge de l'insecte (les stades immature) lors de sa collection, différents paramètres peuvent être pris en compte.

La méthode directe est basée sur le taux de développement de la taille des stades immature d'un insecte, selon l'espèce, la relation entre la taille et l'âge est proportionnelle directe (les larves les plus vieilles sont les plus grosses). Il est nécessaire d'être prudent car il existe une variabilité inter individuelle qui peut être source d'erreur. En effet, il n'est pas rare de constater que deux larves pondues le même jour n'auront pas tout à fait les mêmes dimensions (**Wyss et Cherix, 2013**).

D'autre part, il a été observé que la taille des larves diminuait légèrement avant chaque entrée dans un nouveau stade et que les conditions de conservation, comme la nature du milieu et son titrage, par leur impact sur la structure des tissus, avait également une influence sur les dimensions de l'insecte.

✓ Méthode indirecte

Basée sur l'évaluation de l'âge de l'insecte, à la base de la corrélation croissante existant entre le taux de développement et la température. La principale source d'erreur de cette méthode est le problème de conservation de l'échantillon. En effet, il est primordial qu'entre la réalisation du prélèvement et son envoi au laboratoire, qu'il soit conservé à température stable et contrôlée, comme il le sera ensuite lors de la culture. Sinon il est impossible de reconstituer l'historique des températures auxquelles les insectes ont été soumis et donc d'estimer leur temps de développement (**Wyss et Cherix, 2006**).

4.2.2.2 Difficulté à retracer l'historique des températures :**✓ Recueil délicat des données météorologiques :**

Les températures enregistrées par les stations météorologiques les plus proches de la scène de crime ne suffisent pas à retracer l'historique des températures (**Fabre, 1923 ; Hobson, 1932**). Elles ne prennent pas en compte certains éléments pouvant influencer notablement sur la température ambiante et celle du corps, tel que l'ensoleillement, l'altitude, le vent, la présence d'humidité, et peuvent fausser ainsi l'estimation de l'IPM (**Gruner et al., 2007**). Il est donc nécessaire de relever les températures présentes sur le site après la découverte du corps et de les comparer à celles enregistrées dans les stations météorologiques, afin de pondérer les résultats, si l'on veut obtenir une estimation plus fiable (**Gosselin et al., 2006**).

✓ **Phénomène de grégarisme :**

Un autre élément doit être pris en compte pour évaluer la température à laquelle ont été soumis les insectes pendant leur développement : le phénomène de grégarisme, une caractéristique du comportement social des larves. Ce phénomène s'observe chez toutes les espèces, essentiellement au niveau des plaies ou des orifices du cadavre, zones choisies par la femelle gravide pour leur fragilité et leur humidité (**De Jong, 1976**). Les larves semblent se rassembler ainsi en réponse à un message chimique délivré par chacune d'entre elles, ou par attraction des défécations (**Liu et Oflaherty, 2006**). Ce phénomène leur permettrait de se protéger des prédateurs et/ou de faciliter la dissolution des substrats.

La conséquence majeure de ce grégarisme est l'augmentation de la température locale due à l'activité importante de digestion des larves. Selon les études menées, on constate en effet une augmentation de température au sein des masses pouvant atteindre quasiment 25 degrés et une température à l'intérieur du cadavre pouvant atteindre une cinquantaine de degrés (**Godoy et al., 1996**).

4.2.2.3 Difficulté lié aux Facteurs affectant la colonisation du corps :

Nombreux sont les paramètres qui retardent ou empêchent la colonisation, et faussent ainsi l'évaluation de l'intervalle post-mortem, citons ;

✓ **Accessibilité du cadavre :**

D'après Charabidze (2012), la colonisation des cadavres découverts en lieux clos, surtout en présence de barrière physique (porte, filet anti insectes dans les voies d'aération, etc...), peut être retardé par quatre (04) jours, en moyenne, pour les conditions thermiques régnantes (chaleur, absence d'air) ou encore la présence d'éléments plus favorables en extérieur, sont autant d'éléments justifiant ce délai de latence de colonisation.

Il est donc important de prendre en compte le paramètre de l'accessibilité du corps car celui-ci déterminera la possibilité et la rapidité de la colonisation et donc l'estimation de l'IPM (**Sathe et al., 2013**).

✓ **Conditions climatiques :**

Le développement et les activités biologiques de l'entomofaune nécrophage sont extrêmement influencés par les conditions climatiques.

En effet, au-delà de certains seuils de température, les réactions enzymatiques responsables du développement de l'insecte ne peuvent se faire ou sont ralenties aux abords de ce seuil (**Charabidze, 2008**).

De même les activités de l'insecte sont souvent réduites lors d'un climat hostile : les précipitations, en plus de modifier l'état du cadavre, diminuent les activités des insectes adultes, le vent est défavorable au vol et à l'olfaction, nécessaire à la colonisation, et un manque de luminosité diminue la ponte (**Charabidze, 2010**).

Les observations réalisées affirment même qu'en dessous d'un certain seuil, les insectes ne pondent et ne volent pas. Ainsi, en 1940, DEONIER écrit qu'en général, les espèces *Calliphora* ne pondent qu'à partir de 1 à 7°C ou 4,5 à 10°C, il faut une température minimale de 10°C, supérieure à 5- 6°C (**Willam, 1984**), pour l'espèce *C. Vomitoria* et *Vicina*, supérieure à 12°C (**Nuerteva, 1977**), et supérieure à 5°C (**Erzincliaglu, 1996**).

✓ **Utilisation de drogues et de médicaments :**

Selon les normes suivantes KANESHRAJAH et TOURNEUR ou GUNATILAKE et GOFF, il a été démontré que certaines drogues et médicaments ingérés par le défunt ou retrouvés sur le corps ou à son voisinage, seraient capables de ralentir la colonisation du corps par les insectes et même d'affecter leur vitesse de développement (**Goff, 2009**). Certains médicaments comme les dérivés de la morphine ou du paracétamol potentialiseraient ainsi la croissance des insectes.

D'après les recherches de GOFF et ses collaborateurs, la cocaïne et l'héroïne à des doses létales, accélèrent le développement de certaines espèces nécrophages des Calliphoridae, par contre le diazepam entraînerait des modifications morphologiques de l'insecte, tandis que l'alcool ne semble pas avoir d'effet. À cet effet il est recommandé d'être vigilants et de garder à l'esprit que la prise de substances est capable de modifier le développement de l'insecte, ce qui peut être à l'origine d'une estimation sous ou surévaluée de l'IPM (**Goff, 2009**).

✓ **Cas des corps immergés :**

Un cadavre dans les milieux aquatiques constitue une source de nourriture pour une large variété d'invertébrés et de poissons, c'est aussi un abri pour de nombreuses autres espèces. Les algues peuvent également coloniser et croître sur le cadavre. En effet la faune des cadavres immergés est différente de celle des cadavres retrouvés à l'air libre (**Anderson, 2001**).

Contrairement aux écosystèmes terrestres, il n'y a pas d'espèces aquatiques exclusivement nécrophages. Cependant, les restes humains et/ou animaux attirent une faune aquatique diversifiée ; des larves d'insectes (Trichoptères, Coléoptères, Diptères etc...), des crustacés, des mollusques et des poissons (**Merritt et Wallace, 2001**). Dans les cas d'un cadavre émergé l'évaluation de l'IPM par les insectes, reste compliquée, on ne parle plus d'IPM, mais d'intervalle post-mortem de submersion (IPMS) (**Merritt et Wallace, 2001**). Néanmoins, les corps partiellement immergés peuvent être colonisés par des arthropodes terrestres, notamment les Calliphoridae (**Anderson, 2001**).

Durant notre recherche dans la littérature nous avons remarqué qu'un nombre très limité de travaux qui ont traité les relations entre insectes et corps immergés, citons comme exemple celle réalisée par Merritt et Wallace en 2001. Cette étude a été consacrée à l'étude des arthropodes aquatiques et aussi celle de Wallace et al.(2008) dans laquelle, ils ont souligné l'importance des Trichoptères (caddisflies) en tant que bio-indicateurs dans l'estimation de l'IPMS Morphologie et biologie des principaux insectes nécrophage.

Dans le domaine de l'entomologie médico-légale, deux (02) ordres d'insectes restent particulièrement intéressantes, les diptères (nom vernaculaire de mouches, taons, moustiques) et les coléoptères (nom vernaculaire de scarabées, coccinelles, lucanes, chrysomèles, hannetons, carabes, charançons). Les espèces de ces ordres sont des holométaboles, c'est-à-dire à métamorphose complète, et ptérygotes (les adultes possèdent deux paires d'ailes, avec possibilité de perte secondaire) (**Wyss et Cherix, 2006**).

4.3 Les Diptères :

Généralités : Les diptères nécrophages appartiennent au sous-ordre des Brachycères (antennes courtes avec moins de 6 segments) et au groupe des Cyclorhaphes. Seules les mouches ont un intérêt en entomologie criminelle (**Gunn et Bird, 2011 ; Van Emden, 2013**). Les mouches nécrophages sont recensées dans plusieurs familles (26 familles sont fréquemment citées dans la littérature) mais seules six familles sont couramment rencontrées sur les cadavres humains et y effectuent leur cycle de développement. Il s'agit des *Calliphoridae*, des *Sacrophagidae*, des *Fanidae*, des *Muscidae*, des *Piophilidae* et des *Phoridae* (**Wyss et cherix, 2013**).

4.3.1 Les Calliphoridae :

C'est dans cette famille que l'on trouve les espèces les plus importantes pour la pratique de l'entomologie forensique. Les mouches nécrophages sont représentées par 6 genres, soit *Calliphora*, *Chrysomya*, *Lucila*, *Cynomua*, *Protophormia* et *Phormia* (Vanin et al., 2011).

Vu l'importance de la famille des Calliphoridae dans le domaine des sciences forensique « criminalistique » trois espèces de cette famille attirent notre attention à savoir ; *Calliphora vicina*, *Lucilia sericata* et *Chrysomya albiceps* (Greenberg, 1991).

- ***Calliphora vicina*** : est une espèce nécrophage très commune à travers le monde et a été utilisé dans une variété d'enquêtes criminelles (Smith, 1986). Cette espèce est souvent vue autour des maisons suburbaines et urbaines aux matins chauds dans les maisons, ce qui est une raison pour laquelle elle semble plus courante dans les études de cas médico-légale. Beaucoup, ont écrit sur la biologie de cette espèce, y compris les taux d'élevage des formes immature a différentes température constantes (Anderson, 2000 ; Marchenko, 2001), qui font de cette espèce très utile pour la détermination des IPMs.
- ***Lucilia sericata*** : est l'une des espèces les plus communes et les plus répandues de ce genre, partout dans le monde (Charabidze, 2008). D'un vert métallique, mais pas aussi brillant comme *L. coeruleiviridis* et *L. mexicana*, présentant souvent un peu d'un éclat cuivré. C'est une espèce d'une très grande importance dans le domaine médico-légale et beaucoup a été écrit sur sa croissance et son développement larvaire (Charabidze, 2008), *L. sericata* joue un rôle aussi bien dans la science médicale et vétérinaire et son utilisation en astico-thérapie peut aider à guérir des infections qui sont autrement dit incurable.
- ***Chrysomya albiceps*** : est un insecte nécrophage, qui diffère des autres mouches à viande nécrophage dans le comportement prédateur facultatif du deuxième et troisième stade. Les expériences au laboratoire et les observations sur le terrain montrent que les asticots de *C. albiceps* peuvent réduire de manière significative l'abondance des larves de mouche à viandes indigènes quand ils se déposent sur la même culture expérimentale ou cadavre (Grassberger et al., 2003). *C. albiceps* est originaire de l'Afrique, de la région de la Méditerranée et du Moyen-Orient. Les femelles de cette espèce préfèrent pondre entre Les grappes d'œufs des autres Calliphoridae. La ponte de *C. albiceps* est légèrement retardée par rapport à d'autre Calliphoridae, mais leurs larves peuvent éradiquer les larves des colonisations antérieures (Grassberge et Frank, 2004).

4.3.2 Cycle de développement et biologie des diptères :

Le cycle de développement des diptères nécrophages débute par la ponte qui se fait préférentiellement dans les orifices du cadavre, 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 (**Cook et Dadour, 2011**).

C'est à ce moment que les asticots s'éloignent du corps pour s'empurger avant de se transformer en nymphe. A ce stade, la nymphe vit à l'intérieur de son enveloppe et sur ses réserves. Pour devenir un insecte parfait appelé imago, celui-ci devra rompre sa cuticule larvaire après une mue imaginale (**Joplin et Moore, 1999**).

Le développement des insectes n'est possible que grâce à la source alimentaire que constitue le cadavre. Les larves de premier stade étant incapables de percer la peau, elles se nourrissent essentiellement d'éléments protéiniques liquides présents au niveau des muqueuses. La percée se fait lors du second stade, par l'action simultanée des enzymes protéolytiques et de leurs crochets buccaux. Le troisième stade est celui où les larves sont les plus voraces et colonisent entièrement le corps. Les insectes nécrophages participent ainsi activement au processus conduisant à la réduction squelettique. Ils s'éloignent du substrat nutritif au stade de pupes pour finir la maturation à l'abri de la lumière et des prédateurs, c'est-à-dire dans la couche superficielle du sol (**Marchenko, 1988**).

La durée de développement des diptères est connue selon les espèces mais reste très dépendante de facteurs extrinsèques, en particulier de la température avec laquelle il existe une relation linéaire et croissante (**Nabity et Hiley, 2006 ; Mougeat, 2012**).

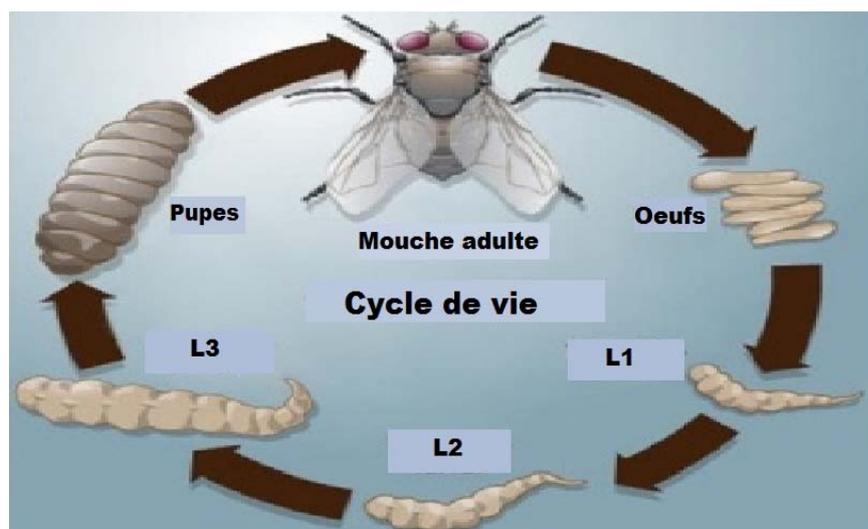


Figure 3 : Cycle du développement des diptères. (Anonyme A)

4.4 Coléoptère :

Généralités : L'ordre des coléoptères est l'ordre d'insectes le plus important en nombre d'espèces (avec environ 370000 décrites au monde). L'utilisation des coléoptères, en tant que bio indicateurs en entomologie forensique, n'en est toutefois qu'à ses prémises. Cependant, lorsqu'une dépouille est à un stade de décomposition avancé et qu'il ne reste plus que des tissus squelettiques secs, l'utilisation de certains coléoptères (*Dermestidae* et *Cleridae*) peut se révéler pertinente (**kulshrestha et Satpathy, 2001**).

4.4.1 Cycle du développement des coléoptères :

Les coléoptères sont holométabole. Au stade adulte, la plupart des coléoptères présentent un exosquelette dur qui recouvre et protège la plus grande partie de leur surface corporelle. Les élytres sont aussi durs que le reste de l'exosquelette (**Grennad, 2012**). Les larves et les adultes possèdent des pièces buccales broyeuses qui comprennent de puissantes mandibules (**Roth, 1980 ; Auber, 1999 ; Hardouin et Mahoux, 2003 ; Leschen et Beutel, 2013**).

Parmi les différentes espèces de Coléoptère nécrophage, certaines sont de véritable nécrophage, tandis que d'autres exploitent la présence de nombreuses proies sur le cadavre (sacro-saprophage). La majorité des espèces qui sont régulièrement trouvées associées aux cadavres appartiennent aux *Dermestidae*, aux *Staphylinidae*, aux *Siphidae* et aux *Histeridae* (**Wyss et Cherix, 2013**).

Les *Dermestidae*, larve et adulte sont nécrophages mais interviennent très tardivement dans le processus de décomposition, lorsque les tissus sont complètement momifiés et que seuls subsistent la peau et les os (**Dekeirsschieter et al., 2011**). Les *Histeridae* et les *Silphidae* regroupent de nombreuses espèces nécrophages intervenant généralement durant la période de décomposition active des tissus. Enfin les *Staphylinidae* sont très fréquents mais majoritairement nécrophiles. Ils chassent activement les larves de Diptères et peuvent donc influencer fortement sur le processus de colonisation et de décomposition de petits cadavres, ou les populations des asticots sont restreintes (**Charabidze, 2008, 2010 ; Aubernon et al., 2012 ; Dekeirsschieter, 2012 ; Gennard, 2012 ; Mayer et Vasconcelos, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013**).

1. Objectif :

Cette étude a été réalisée dans le laboratoire du département de Médecine légale au sein de l'Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC/GC) qui est situé à deux kilomètres à l'ouest d'Alger de la forêt de Bouchaoui (figure 4). Le laboratoire entomologie de l'INCC/GN est le premier de son type en Algérie, a pour mission principale d'étudier les insectes nécrophages collectés sur les scènes de découverte des cadavres afin d'estimer la date de décès.

L'objectif de ce travail est d'étudier le cycle de vie de deux espèces nécrophages locales de grande importance forensique, à savoir : *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina* (Calliphoridae) et de comparer nos résultats aux données rencontrées de la bibliographie. Pour ce faire, nous avons étudié les paramètres suivants :

- La durée de transformation des œufs des deux espèces en pupes,
- La durée de transformation des pupes des deux espèces en adultes.
- La durée totale du cycle du développement des deux espèces choisies,

Les élevages ont été suivis dans trois températures (26°C, 28°C et 30°C) à raison d'au moins de quatre répétitions pour chaque température. Parallèlement, le taux de mortalité ainsi la distribution de sexe ratio a été enregistrée.



Figure 4 : l'Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC/GC).

2. Matériel et méthodes :

2.1 Matériel : Pour la réalisation de ce travail, nous avons utilisé un matériel biologique et un autre non biologique fourni par le laboratoire.

2.1.1 Matériel non biologique :

Le matériel utilisé dans cette étude est placé en Annexe I.

2.1.2 Matériel biologique :

- a. Les Mouches :** Deux (02) espèces de diptères d'une grande importance forensique ont été choisies à savoir *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*.

Les deux espèces obtenues sont capturées dans la nature à l'aide d'un dispositif expérimental.



Figure 5 : *Calliphora vicina* (G×100)
(originale).



Figure 6 : *Lucilia sericata* (G×100) (originale).

- b. Substrat nutritif :** la viande de bœuf d'environ 700 à 900 g a été choisie comme source nutritive durant ce projet.

Cette étude a été réalisée en deux (02) parties : la première partie sur terrain et la deuxième en laboratoire.

2.1.3 Sur terrain :

Les espèces ciblées par cette expérimentation ont été obtenue de la nature grâce à l'utilisation d'un piège attractif développé au sein du laboratoire d'Entomologie pour la capture des insectes et les empêchant d'accès à la viande pour pondre (fig.7).

Le piège est constitué d'une cage en plastique avec de grandes mailles, recouverte par un filet blanc ou une moustiquaire, le piège est constitué de quatre entrées qui empêchent l'accès des insectes.

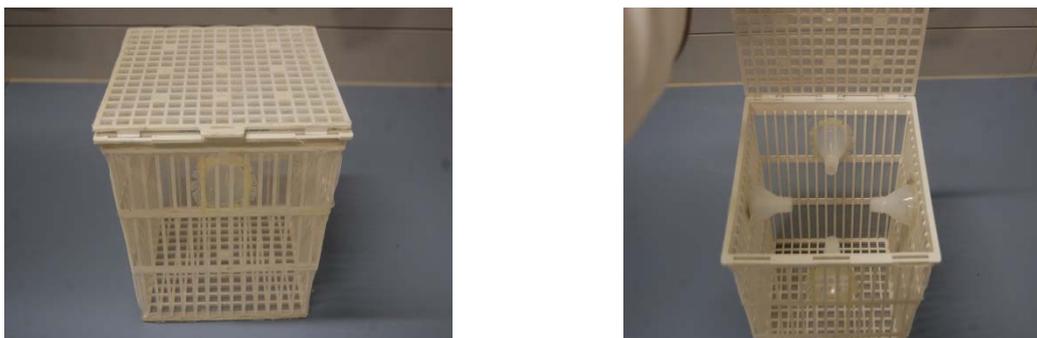


Figure 7 : Un piège dispositif (Originale).

Ce piège a été déposé dans un espace vert situé au voisinage du laboratoire d'entomologie INCC/GN de Bouchaoui (fig.8). Après environ deux heures, des mouches de différentes couleurs ont pénétré à l'intérieur du piège. Le lendemain, ces insectes ont été transférés au laboratoire.



Figure 8 : Piège (Originale).

2.1.4 Au laboratoire :

2.1.4.1 Constitution des colonies d'insectes :

a. Identification et sélection :

Les insectes capturés ont été immobilisé par congélation (-05°C) pendant 10 minutes puis identifier en utilisant la clé d'identification décrite par (Szpila, 2012)(Voir Annexe III), en utilisant un stéréo-microscope couplé avec la vidéo et une chaîne d'acquisition d'image (Annexe I)

La confirmation des identifications des espèces récoltées, a été faite par des entomologistes spécialistes du laboratoire d'entomologie de l'INCC. A la fin de cette étape, uniquement les deux espèces ciblées ont été conservé séparément dans deux différentes boîtes entomologiques (annexe I) et nourries avec une solution sucrée, les autres espèces ont été relâchées dans la nature.

b. Multiplication des individus :

L'élevage de masse des deux espèces capturées à savoir : *C.vicina* et *L. sericata* a été effectué dans des boîtes entomologiques en présence d'un morceau de viande d'environ 50g, afin de stimuler la ponte. Après 20 minutes, la ponte des femelles a eu lieu sur la viande dans les deux boîtes. Les œufs ont été soigneusement collectés à l'aide d'un pinceau fin, mouillé à l'eau du robinet et mis en culture dans une boîte d'élevage en plastique transparente muni d'un couvercle dont la surface est remplacée par un filet de petits mailles (fig.9) en présence de la viande de bœuf et incubé à 28°C et une humidité relative de 70%. Après l'émergence, les adultes de chaque espèce ont été transférés dans une cage d'insectes de grande dimension (60x34x53 cm) (fig.10) (Annexe I).



Figure 9 : boîte d'élevage (originale).



Figure 10 : une cage d'insectes de grande dimension (60x34x53 cm) (originale).

2.1.4.2 Maintien et maturation des colonies :

Pendant la 1^{ère} semaine, les insectes des deux colonies ont été nourris d'une solution sucrée (Annexe I). Durant la 2^{ème} semaine et afin d'assurer la maturation ovarienne des femelles, le régime alimentaire de ces dernières a été renforcé avec la poudre du lait et environ 30g de foie frais de poulet, pendant 10 minutes et renouvelé deux fois par jour (**Gosselin et al., 2011**).

2.1.4.3 Réalisation des élevages :

A la fin de la 3^{ème} semaine, la nourriture a été retirée des cages des insectes pendant quatre (04) jours, à la fin les insectes ont été stimulés pour pondre. La stimulation des femelles à la ponte a été effectuée en mettant à leur disposition de petits morceaux de viande comme source protéique. La viande a été mise dans des boîtes de Pétrie (55mm de diamètre) couvertes par des gobelets jetables en carton, une ouverture d'environ deux centimètres de longueur et un cm d'hauteur (02x01cm) a été créé comme voie d'entrée à l'intérieure du gobelet (fig.11), le gobelet constitue une sorte de cachette qui fournit des conditions (densité lumineuse et calme) favorable pour la ponte des insectes (Annexe I).



Figure 11 : Les cachettes (les gobelets jetables en carton) (originale).

Neuf (09) cachettes préparées ont été placées à l'intérieur de chaque cage. Moins de trente (30) minutes, les premières pontes ont été observées sous forme de petites agglomérations de couleur blanchâtre sur les morceaux de viande. La collecte des œufs a eu lieu chaque une demi-heure et préservées dans un réfrigérateur à 8°C, pour retarder leur éclosion. La procédure a été répétée chaque demi-heure jusqu'à l'obtention d'un nombre suffisant d'œufs. Le moment de la ponte a été noté.

2.1.4.4 Dénombrement des œufs :

La méthode adaptée est celle donnée par Marchenko (2008), basée sur une mensuration pondérale des amas d'œufs à l'aide d'une balance (fig.12) désignant que 35 à 40 mg d'œufs, correspond à 200 œufs \pm 20. Sur une balance de haute précision (annexe II), la totalité des œufs collectés a été pesée, le poids a été utilisé pour estimer le nombre des œufs, ce nombre totale a été divisé en quatre (04). Dans une deuxième étape, une masse d'œuf correspondant à ce nombre d'œufs divisé en quatre a été pesé et transféré dans une boîte pour élevage (tableau 04).



Figure 12 : un amas d'œufs (G×200) (originale).

2.1.5 Mise en élevage :

a. Préparation des boîtes d'élevage :

En totalité vingt-quatre (24) boîtes (12 boîtes pour chacune des deux espèces) en plastique transparentes de dimensions 36x24x14 cm de diamètre ont été utilisées. Le un tiers (1/3) de chaque boîte a été remplie par une couche de sable fin d'environ 02 cm d'épaisseur sur le quel un morceau de viande de bœuf d'environ 250g a été déposé (fig.13). Les œufs ont été soigneusement transférés sur les morceaux de viande. Les boîtes ainsi préparées sont fermées par leur couvercles, étiquetées et transférées dans une étuve dont les conditions d'élevage sont préalablement programmées (T° 26, 28 et 30 ; H : 70%).



Figure 13 : Préparation des boîtes d'élevage (Originale).

2.2.4.3. Conduite d'élevage :

Afin de bien maîtriser les différentes opérations d'élevage à l'intérieure de l'étuve, huit boîtes (quatre boîtes pour chaque espèce) ont été placées. Des observations quotidiennes ont été notées sur des fiches de suivi des élevages. Dès l'apparition des premières pupes ou des premiers adultes, le nombre d'observation a été augmenté à 04 fois par jour (à raison d'une observation chaque 02 heures), à chaque observation le nombre des pupes a été compté est noté sur la fiche d'élevage. Lorsque la quasi-totalité des individus ont atteint le stade de pupes ; sont récupérés, puis placés dans des boîtes propres et remis dans l'enceinte climatique. A cette étape, le nombre des observations journalières a été réduit au nombre initiale (une observation par jour) jusqu'à l'émergence des premiers individus (fig.14 ; Annexe I), à ce moment le nombre des observations a été multiplié à 04 observations par jour. Les individus émergés sont collectés, comptés puis tués par congélation.

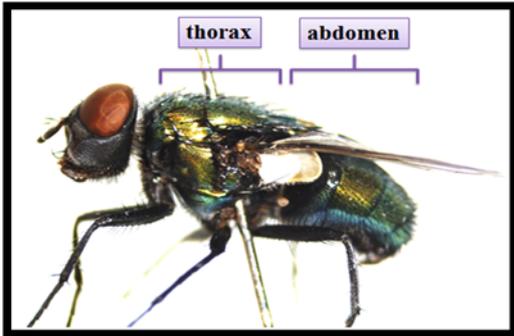
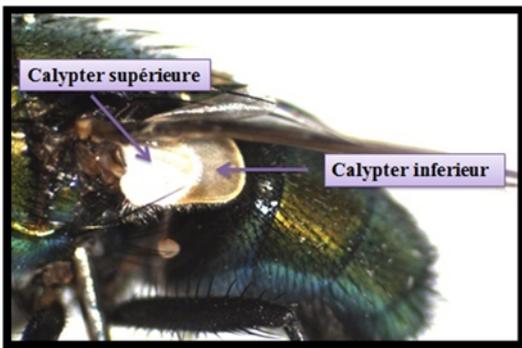
Ces opérations, de stimulation des insectes pour l'obtention des œufs à la fin de l'élevage, ont été répétées durant chaque élevage. Une fois les quatre répétitions sont faite, les conditions d'élevage à l'intérieure de l'étuve sont modifiées, et une nouvelle série d'élevage est entamée, en poursuivant le même protocole décrit précédemment.

I. Résultats :

1- Critères d'identification des deux espèces sélectionnées : *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina*

A) Critères généraux :

Les espèces sont identifiées en utilisant les critères suivants :

<i>Lucilia sericata</i> :	
Critères observés	
<ul style="list-style-type: none"> • Thorax vert clair métallisé. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Calypter inférieur au-dessus. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Basicosta jaune vif. <p>Basicosta : petite écaille visible à la base de l'aile chez certains Diptères Brachycères (mouches)</p>	

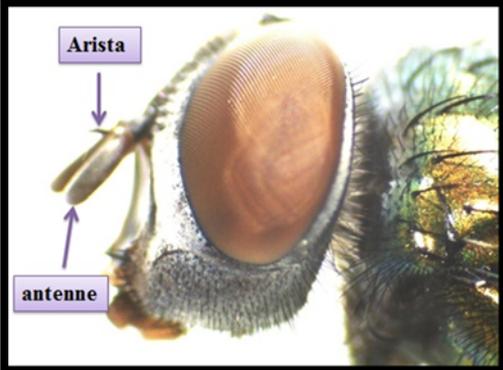
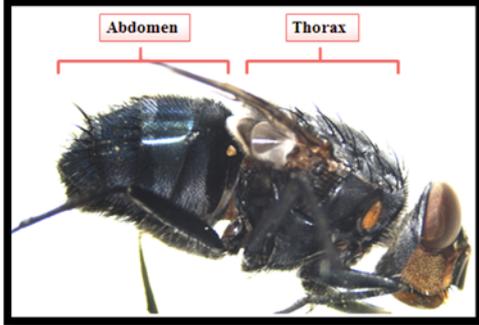
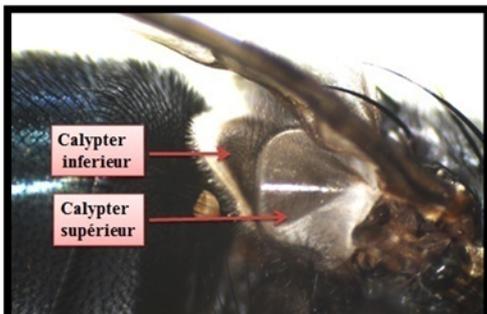
<ul style="list-style-type: none"> Les antennes ont une <u>arista</u> plumeuse <p>Arista : L'arista est un élément de l'antenne des Diptères Brachycères (les mouches). Celle-ci possède 3 articles dont le dernier porte une sorte de flagelle.</p>	
<p>Adulte : Taille : cette mouche mesure entre 10 et 14 mm. Forme : c'est une grosse mouche verte aux reflets métalliques, parfois dorés ou cuivrés.</p>	

Figure 15 : *Lucilia sericata* (Diptera : Calliphora) (G×100) (Originale).

<p><i>Calliphora vicina</i> :</p>	
<p>Critères observé :</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Thorax non métallique, sombre Abdomen brillant bleu avec Faible micro trichose. 	
<ul style="list-style-type: none"> Calypters supérieurs et inférieurs principalement noirs. 	

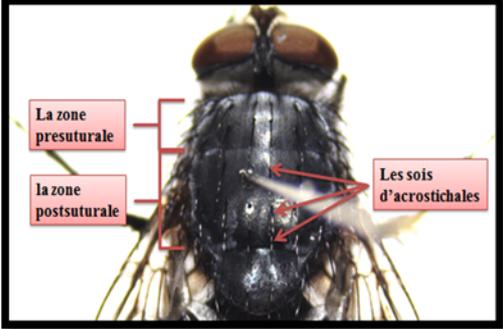
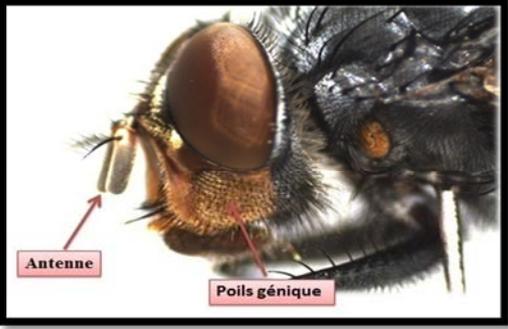
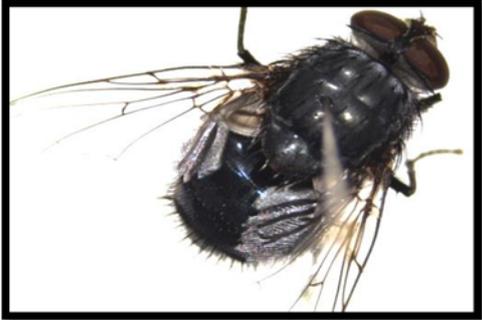
<ul style="list-style-type: none"> • trois paires de soies d'acrostichales sur la zone post-suturale. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Crêtes faciales, bord de la bouche et partie antérieure de dilatation géniale orange. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Basicosta jaune. 	
<p>Adulte : Taille : La mouche bleue est assez grosse, de 7 à 12 mm, Forme : mouche d'allure robuste, avec le corps assez velu, et surtout avec l'abdomen bleu à reflets métalliques.</p>	

Figure 16 : *Calliphora vicina* (Diptera : Calliphoridae) (G×100) (originale).

B)- Critères d'identifications des mâles et femelles :

La distinction des sexes a été réalisée par l'examinassions des caractères morphologiques spécifiques de chacun ; Chez les mâles, les yeux sont proches les uns des autres et la distance entre eux est petite. Par contre, celles des femelles, la distance est plus grande et la séparation est plus apparente.

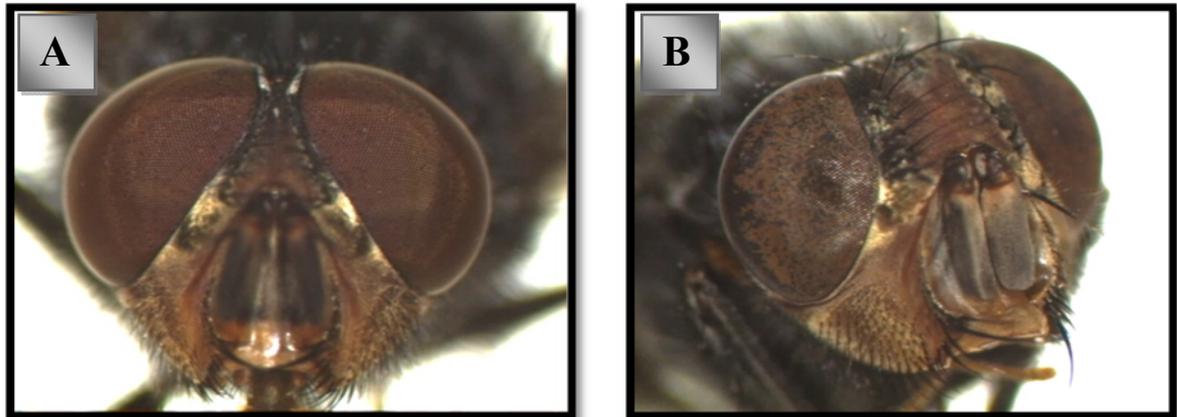


Figure 17 : Dimorphisme sexuel retrouvé chez la plupart des mouches d'importance forensique (G×150) (originale).

(A) Absence de l'espace entre les yeux composé d'un mâle Calliphoridae.

(B) Présence de l'espace entre les yeux composé d'une femelle Calliphoridae.

2- Impactes des variations thermique sur certains caractères biologique de *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina* en conditions contrôlées :

Pour chaque espèce, *L. sericata* et *C. vicina*, quatre élevages ont été effectués dont les paramètres sont présentés dans le tableau suivant ;

Tableau 3 : Conditions d'élevage des deux espèces étudiées.

Température (°C)	Humidité relative %	Vitesse de ventilation	Eclairage (H)
26	70%	50%	08/16
28	70%	50%	08/16
30	70%	50%	08/16

D'après le tableau ci-dessous, nous remarquons que le facteur température est le seul variable alors que les autres paramètres à savoir, l'humidité relative, vitesse de ventilation et la photopériode sont fixes durant toute la période d'élevage des deux espèces étudiées.

2.1 *Lucilia sericata* :

2.1.1. Elevage à 26°C :

Quatre boîtes d'élevages ont été préparées pour accueillir le même nombre d'œufs de la même espèce. À cet effet pour l'espèce *L.sericata* on a pu collecter une masse d'œufs importante qui nous a permis de déposer dans chaque boîte environ 1950 œufs.

Tableau 4 : Fécondité et poids des œufs pondus par les femelles de *lucilia sericata* élevées à 26 °C (Température ambiante).

Espèce	Poids globale de la masse d'œufs	Nombre totale (Nt)	Nombre d'œufs par boîte (Nt/04)	Poids de la masse d'œufs
<i>L. sericata</i>	624mg	7800	1950	156mg

Nos résultats ne concordent pas avec ceux trouvés par Marchenko (2001), cet auteur a signalé un poids de 35 à 40 mg correspondant à 200 œufs ± 20 . Nous avons séparé par la suite les œufs pondus et après avoir pesé 100 œufs, ce nombre a donné un poids de 8mg pour *L.sericata*.

Après accouplement, les femelles de *L. sericata*, ont donné des amas d'œufs dont le poids est de 624 mg avec un nombre d'œufs de 7800œufs. Le poids total (624 mg) est divisé sur quatre (04) boîtes dont le poids est identique, de ce fait 156 mg pour chaque boîte correspondant à 1950 œufs dans chaque boîte.

2.1.1.1 Evaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *L.sericata*.

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *L. sericata* à 26°C sont représentés dans les tableaux suivants (Tableau 5a et 5b).

Tableau 5 : Estimation de la durée du cycle de développement de *L. sericata* en conditions contrôlées (Température 26°C ; Humidité relative : 70%).

a) la durée de passage de l'œuf à la pupe :

Boite	Poids de la masse d'œufs	Nombre des œufs	Nombre de pupes			Total
		29/03/2017	04/04/2017	05/04/2017	06/04/2017	
B01	156mg (poids de 100 œufs est 08mg)	1950	150	590	930	1670
B02		1950	22	110	728	860
B03		1950	230	760	952	1942
B04		1950	300	410	1111	1821
Totale		7800	702	1870	3721	6293

b) la durée de passage de la pupe à l'adulte

boite	Nombre des pupes	Nombre de pupes			Total
		10/04/2017	11/04/2017	12/04/2017	
B01	1670	31	573	405	1009
B02	860	7	163	325	495
B03	1942	200	536	118	854
B04	1821	403	518	82	1003
Totale	6293	641	1790	930	3361

7800 œufs de *L. sericata* ont été placés dans quatre(04) boites constituant les répétitions (1950 œufs pour chaque boite).

D'après les tableaux ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes en fonction des stades de son développement. La première observation des pupes a été observé 6 jours après la mise en élevage (04/04/2017 jusqu'au 06/04/2017). Un nombre important de pupes a été constaté dans les boites (1, 3 et 4) par rapport à la boite 2. 7800 œufs ont donné 6293 pupes (Tableau 5a).

Les émergences ont débuté le 10/04/2017 jusqu'au 12/04/2017, un nombre important d'adultes dans les boites (1 et 4) par rapport aux boites (2 et 3) qui est de 495,854. 6293 pupes ont émergé en 3361 adultes (Tableau 5b).

2.1.1.2 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de MARCHENKO appliquée à nos élevages de *L. sericata* :

Le 29/03/2017 quatre (04) boîtes contenant chacune environ 1950 œufs, ont été mises en élevage dans d'autres boîtes préalablement préparées contenant un morceau de viande de bœuf comme support nutritif, sous conditions climatiques contrôlées (température 26°C et humidité relative environ 70%). A fin de définir le temps de passage de l'œuf en pupes et de pupes en adulte, des observations journalières ont été effectuées et notées sur la fiche d'élevage, les résultats sont cités dans les tableaux suivants :

Tableau 6a : Résultats d'élevage de *L. sericata* (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf en pupes).

	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Moyenne du A D J (°C)
Boîte	04/04/2017	105	05/04/2017	122	06/04/2017	139	122
B01	150		590		930		
B02	22		110		728		
B03	230		760		952		
B04	300	410	1111				
Moyenne	175.5		467.5		930.25		

Tableau 6b : Résultats d'élevage de *L. sericata* (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupes à l'adulte).

	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Moyenne
boîte	10/04/2017	207	11/04/2017	224	12/04/2017	242	224,33
B01	31		573		405		
B02	7		163		325		
B03	200		536		118		
B04	403	518	82				
Moyenne	160.25		447.5		232.5		

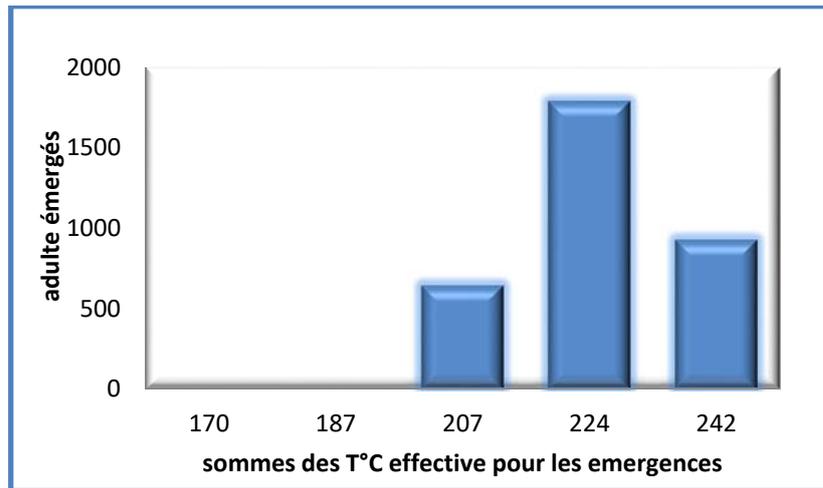


Figure 18 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *L. sericata* à 26°C.

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, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête (Marchenko, 2001 ; Wyss et cherix, 2013).

D'après le tableau (6a), La pupaison s'est étalée sur 3 jours, elle a débute le 04/04/2017 avec un cumul de 105°C, le 05/04/2017 avec un cumul de 122°C et le 06/04/2017 les pupes consomment une valeur qui correspond à 139°C. Le plus grand nombre des pupes a été observé le 3^{ème} jour avec une moyenne de 930.25, par rapport à le 1^{er} jour (175.5) et le 2^{ème} jour (467.5).

D'après le tableau (6.b) et la figure 18, L'émergence des adultes s'est été étalée aussi sur 3 jours. Elle a débuté le 10/04/2017 avec 19% et un cumul de 207°C, le 11/04/2017 avec 53% consomme une somme effective de 224°C à partir du jour d'émergence, le 12/04/2017 les individus consomment une valeur qui correspond à 242°C avec un pourcentage de 28%. La moyenne la plus élevée a été marqué le 2^{ème} jour, avec 447.5. Contrairement aux deux autres jours le 1^{er} et le 3^{ème} les valeurs ont été de 160.25 et 232.5 respectivement.

2.1.1.3 Estimation du sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de mortalité concernant l'élevage de *Lucilia sericata* à 26°C sont présentés dans les tableaux 7 et 8.

A. Identification du sexe ratio des individus :

Tableau 7 : Estimation du sexe ratio des individus de *Lucilia sericata* à 26°C.

Boite	Nombre des adultes	Nombre de male	Nombre de femelle	sexe ratio
b 01	1009	504	505	0.9980198
b 02	495	247	248	0,99596774
b 03	854	427	427	1
b 04	1003	501	502	0,99800797
Totale	3361	1679	1682	0,99821641

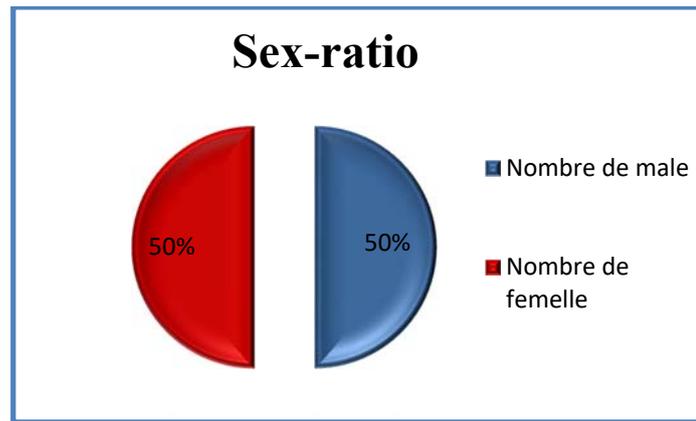


Figure 19 : Pourcentage du sexe ratio de *Lucilia sericata*, élevés à 26°C.

D’après le tableau (7) et figure 19, le nombre des mâles est presque identique à celui des femelles dans les boites : 01 ; 02 et 04, où le sexe ratio est de 0.998, 0.995 et identique dans la boite n°03 avec un sexe ratio de 1.

B. Estimation de pourcentage de mortalité des pupes et des d’adultes dans les quatre boites d’élevage.

Tableau 8 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et des adultes dans l’élevage de *Lucilia sericata* à 26°C en rapport avec le nombre d’œufs élevés.

A) Passage de l’œuf en pupe :

Boite	Nombre d’œufs	Nombre des pupes	mortalité	Pourcentage
B 01	1950	1670	280	14,35897436
B 02	1950	860	1090	55,8974359
B 03	1950	1942	8	0,41025641
B 04	1950	1821	129	6,615384615
Totale	7800	6293	1507	19,32051282

B) Passage de pupe en adulte :

Boite	Nombre des pupes	Nombre d'émergence	mortalité	Pourcentage
B 01	1670	1009	661	39,58083832
B 02	860	495	365	42,44186047
B 03	1942	854	1088	56,02471679
B 04	1821	1003	818	44,92037342
Totale	6293	3361	2932	46,59145082

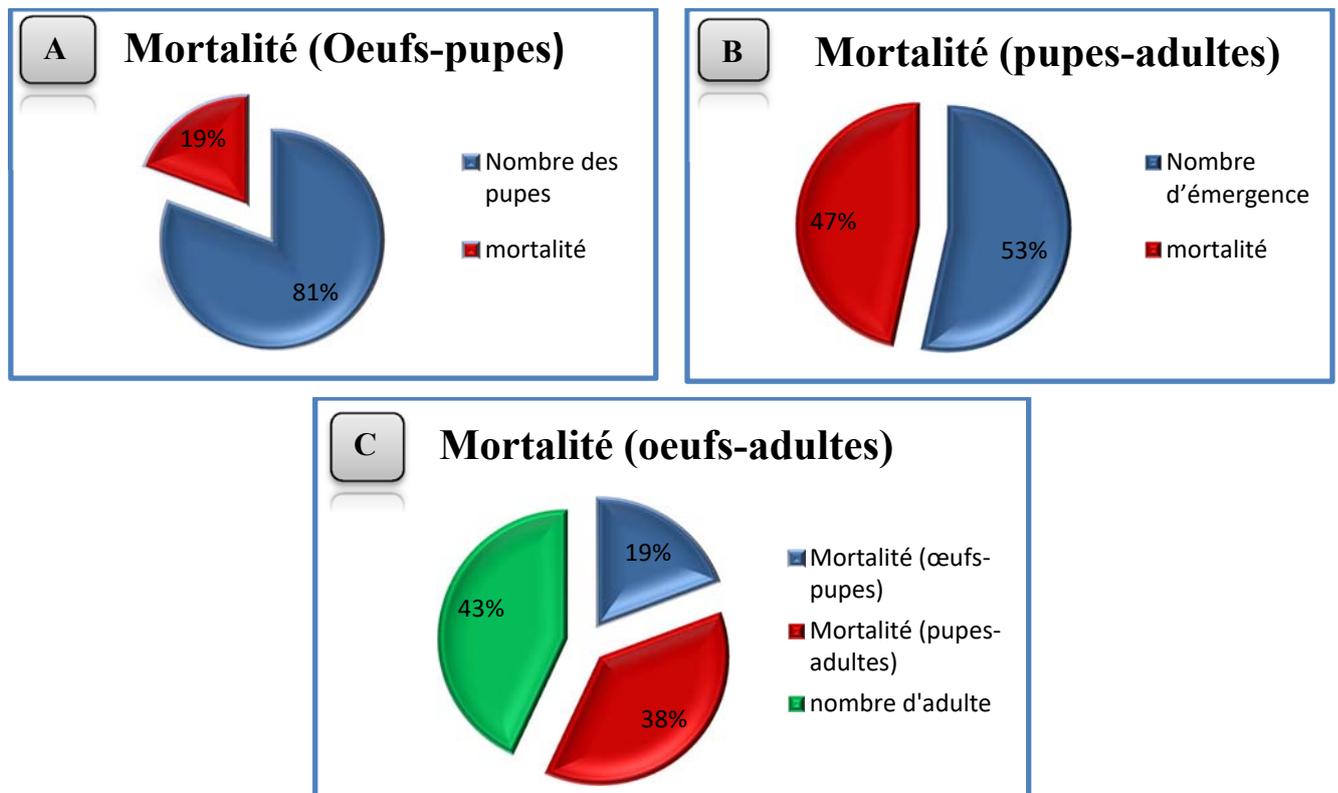


Figure 20 : Pourcentage de mortalité des individus de *Lucilia sericata* émergés et élevés à 26 C°. A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).

D'après le tableau (8A) et la figure 20, un nombre total de 6293 atteignent le stade pupes avec un pourcentage de 81% et un nombre de mortalité qui est de 1507 avec un pourcentage de 19%.

D'après les tableaux (8B) et la et la figure 20, un nombre total de 3361 atteignent le stade adulte avec un pourcentage de 53% et un taux de mortalité de 47% pour un nombre total de 2932

Et d'après la présentation graphique de la mortalité de *L.sericata* (C) (fig.20), de 7800 œufs on a obtenue 3361 adultes avec 43% et avec un pourcentage de mortalité de 19% dans le passage œufs – pupes et 38% dans le passage pupes - adulte ou le totale est de 57%.

2.1.2 Elevage à 28°C :

A cette température (28°C) on a utilisé la même méthode décrite précédemment (à T° 26°C) sauf que le nombre d’œufs dans chaque boîte a changé et les résultats ont été les suivantes :

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

Espèce	Pois globale de la mass d’œufs	Nombre totale (Nt)	Nombre par boîte (Nt/04)	Pois de la mass d’œufs
L. sericata	492mg	6148	1537	123mg

En utilisant les résultats obtenus avant (8mg d’œufs correspond à 100 œufs).

Après accouplement, les femelles de *L. sericata*, ont donnée un poids de 492 mg l’équivalent de 6148 œufs. Après avoir divisé ce poids sur les quatre boîte le résultat était 123 mg pour chaque boîte correspond à 1537 œufs dans chaque boîte.

2.1.2.1 Evaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *L.sericata*.

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *L.sericata* à 28°C sont consignés dans les tableaux suivants (Tableau 10.a ; 10.b).

Tableau 10 : Estimation de la durée du cycle de développement de *L.sericata* en conditions contrôlées (Température 28°C ; Humidité relative : 70%)

10a) Passage de l’œuf à la pupe :

Boîte	Poids de la mass d'œufs	Nombre des œufs	Nombre de pupes			Total
		12/06/2017	15/06/2017	16/06/2017	17/06/2017	
B01	123mg (poids de 100 œufs est 08mg)	1537	12	1482	7	1501
B02		1537	7	1390	8	1405
B03		1537	8	1398	6	1412
B04		1537	15	1508	3	1526
Total		6148	42	5778	24	5844

10b) passage de pupe à l'adulte :

boite	Nombre des pupes	Nombre d'adultes			Total
		22/06/2017	23/06/2017	24/06/2017	
B01	1501	5	1452	0	1457
B02	1405	8	1392	5	1405
B03	1412	20	1298	0	1318
B04	1526	13	1408	3	1424
Total	5844	46	5550	8	5604

6148 œufs de *L. sericata* ont été placés dans quatre(04) boites constituant les répétitions (1537 œufs pour chaque boite).

D'après les tableaux ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement.

Pour le tableau (10.a), la première observation des pupes s'est effectuée 4 jours après la mise en élevage de 15/06/2017 jusqu'à le 17/06/2017, un nombre important des pupes dans les quatre boites a savoir : 1501, 1405, 1412 et 1526. De 6148 œufs on a obtenu 5844 pupes.

Pour le tableau (10.b), les émergences débutent le 22/06/2017 jusqu'à le 24/06/2017 avec un nombre important des adultes toujours dans les quatre boites qui est de 1457, 1405, 1318 et 1424. De 5844 pupes on a obtenue 5604adultes.

2.1.2.2 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de MARCHENKO appliquée à nos élevages de *L.sericata* :

Le 12/06/2017, nous avons déposé quatre (04) boites contenant chacune environ 1537 œuf en présence d'un morceau de viande de bœuf comme support nutritif, sous conditions climatiques contrôlées (température 28°C et humidité relative environ 70°). Afin de définir le temps de passage de l'œuf à la pupe et de pupe à l'adulte, des observations journalières ont été effectuées et notées sur la fiche d'élevage ; les résultats sont cités dans les tableaux suivants (11.a et 11.b) :

Tableau 11a : Résultats d'élevage de *L. sericata* (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).

	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Moyenne du A D J (°C)
Boite	15/06/2017		16/06/2017		17/06/2017		
B01	12	133	1482	133	7	133	133
B02	7		1390		8		
B03	8		1398		6		
B04	15		1508		3		
Moyenne	10.5		1444.5		6		

Tableau 11b : Résultats d'élevage de *L. sericata* (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupe a l'adulte).

	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Moyenne
boite	22/06/2017		23/06/2017		24/06/2017		
B01	5	189	1452	209	0	228	208.67
B02	8		1392		5		
B03	20		1298		0		
B04	13		1408		3		
Moyenne	11.5		1387.5		2		

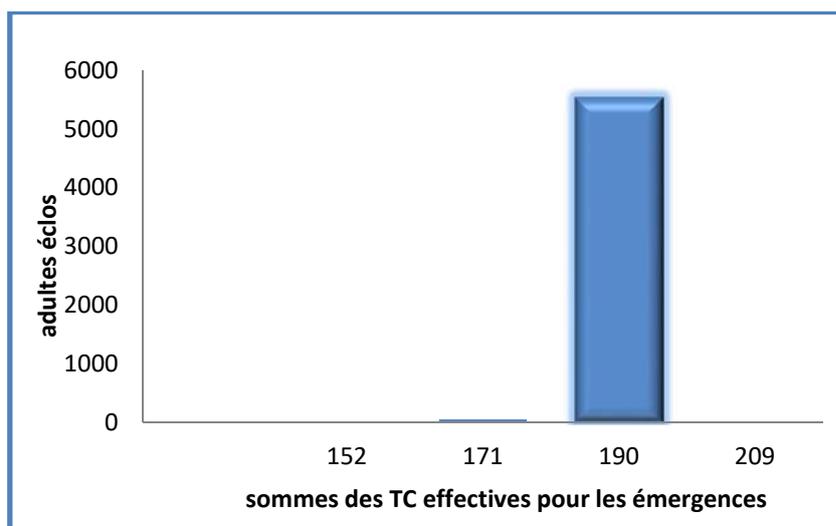


Figure 21 : constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *L.sericata* à 28°C.

D'après le tableau (11a), La pupaison s'est étalée sur 3 jours, elle a débuté le 15/06/2017 jusqu'au 17/06/2017 ; les pupes consomment une valeur qui correspond à 133°C. Le plus grand nombre des pupes a été observé le 2^{ème} jour avec une moyenne de 1444.5, par rapport à le 1^{er} jour (10.5) et le 3^{ème} jour (6).

D'après le tableau (11.b) et la figure 21, L'émergence des adultes s'est étalée aussi sur 3 jours, elle a débuté le 22/06/2017 avec 0.82% et un cumul de 189°C, le 23/06/2017 avec 99% consomme une somme effective de 209°C à partir du jour d'émergence le 24/06/2017, les individus consomment une valeur qui correspond à 228°C avec un pourcentage de 0.14%. La moyenne la plus élevée a été marquée le 2^{ème} jour, elle été de 1387.5, contrairement à les deux autres jours le 1^{er} et le 3^{ème} a été de 11.5 ; 2.

2.1.2.3 Estimation du sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de mortalité concernant l'élevage de *Lucilia sericata* à 28°C sont présentes dans les tableaux 12 et 13.

A. Identification du sexe ratio des individus :

Tableau 12 : Estimation du sexe ratio des individus de *Lucilia sericata* à 28°C.

	Nombre des adultes	Nombre des males	Nombre des femelles	Sexe ratio
Boite 1	1457	624	643	0,97045101
Boite 2	1405	600	681	0,88105727
Boite 3	1318	616	656	0,93902439
Boite 4	1424	622	711	0,87482419
Total	5604	2462	2691	0,91490152

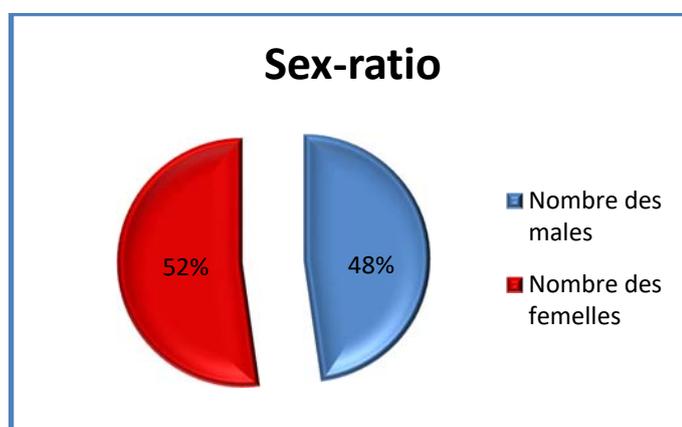


Figure 22 : Pourcentage du sexe ratio des individus de *Lucilia sericata* élevés à 28°C

D'après le tableau (12) et la présentation graphique de sexe ratio de *L.sericata* (fig.22), le nombre des mâles est presque identique à celui des femelles dans les quatre boites ou le sexe ratio est de 0.97, 0.88, 0.93et 0.87 respectivement.

B. Estimation de pourcentage de mortalité des pupes et des d'adultes dans les quatre boites d'élevage

Tableau 13 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de *Lucilia sericata* à 28°C par rapport au nombre d'œufs.

A) Le passage de l'œuf à la puppe :

	Nombre des œufs	Nombres des pupes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1537	1501	36	2.34
Boite 2	1537	1405	132	8.58
Boite 3	1537	1412	125	8.13
Boite 4	1537	1526	11	0.71
Total	6148	5844	304	4.94

B) Le passage de puppe à l'adulte :

	Nombre des pupes	Nombres des adultes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1501	1457	44	2.93
Boite 2	1405	1405	0	0
Boite 3	1412	1318	94	6.65
Boite 4	1526	1424	102	6.68
Total	5844	5604	240	4.10

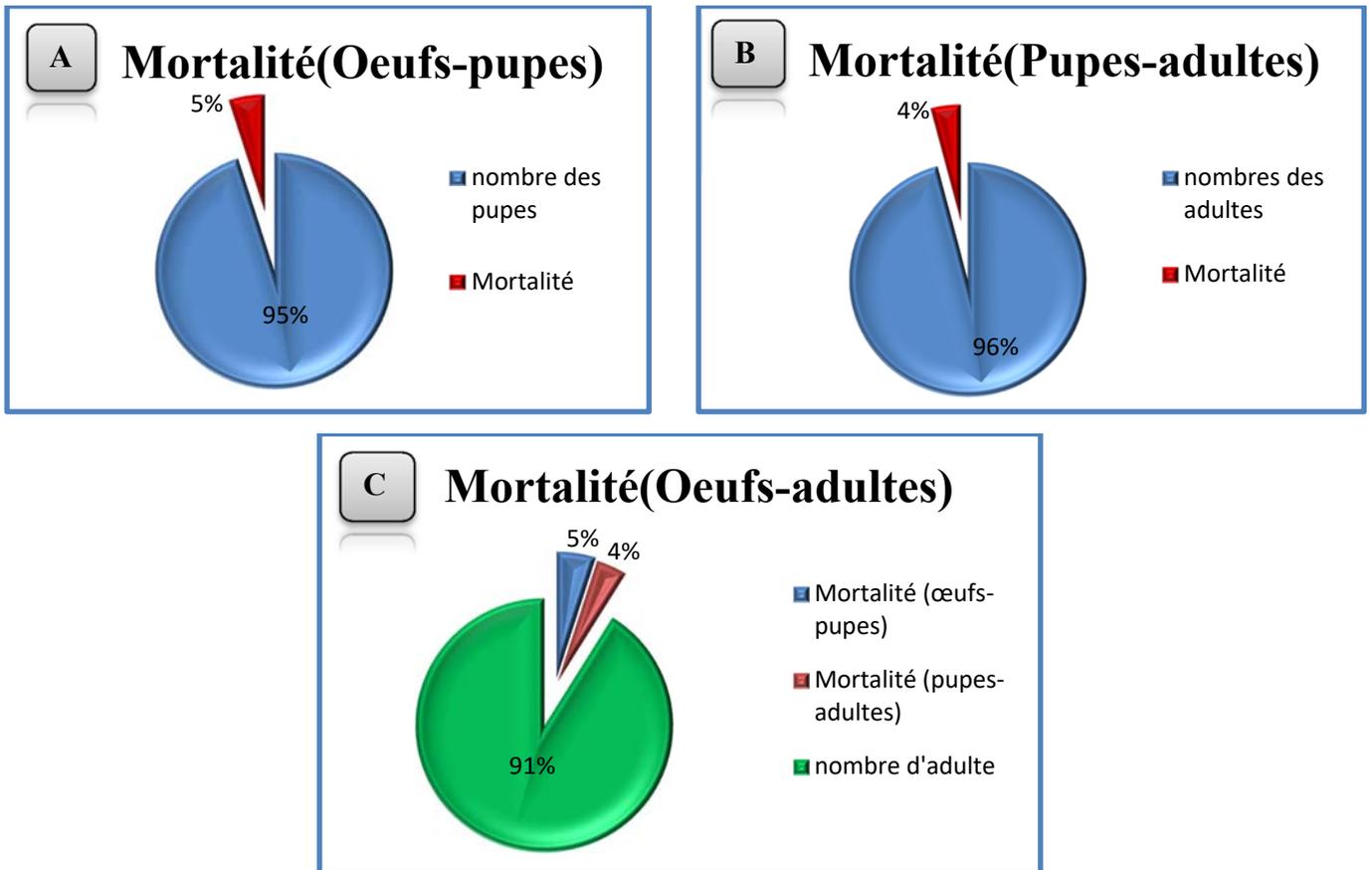


Figure 23 : Pourcentage de mortalité des individus de *Lucilia sericata* émergés et élevés à 28 C°

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

D'après le tableau (13-A) et la présentation graphique de la mortalité de *L.sericata* (A) (fig.23), un nombre total de 5844, atteignent le stade pupes avec un pourcentage de 95% et 5% de mortalité dont le nombre est de 304.

D'après les tableaux (13-B) et la présentation graphique (B) (fig.23), un nombre total de 5604 atteignent le stade adulte avec un pourcentage de 96% et un taux de mortalité correspond à 240 avec 4%. Et d'après la présentation graphique de la mortalité de *L.sericata* (C) (fig.23), de 6148 œufs on a obtenue 5604 adultes avec 91% et avec un pourcentage de mortalité de 5% dans le passage œufs – pupes et 4% dans le passage pupes - adulte ou le totale est de 9%.

2.1.3. Elevage à 30°C :

A cette température (30°) les quatre boîtes d'élevage contenant chacune d'elle environ 1625 œufs pour *L.sericata* et d'environ 1460 œufs pour *C.vicina*, les résultats sont reportés sur le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Evaluation des poids et du nombre des œufs pondus par les femelles des deux espèces à 22 °C (Température ambiante)

Espèce	Pois globale de la mass d'œufs	Nombre totale (Nt)	Nombre par boîte (Nt/04)	Pois de la mass d'œufs
<i>L. sericata</i>	520 mg	6500	1625	130 mg

Comme pour les deux températures précédentes on a utilisé les résultats obtenus (8mg d'œufs correspond à 100 œufs)

Les femelles de *L.sericata*, nous ont donné 520 mg l'équivalent de 6500 œufs. Après avoir divisé ce poids sur les quatre boîtes comme précédent les résultats ont été de 130 mg pour chaque boîte (1625 œufs dans chaque boîte).

2.1.3 Evaluation de la durée des différentes phases du cycle de développement de *L.sericata*.

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *L.sericata* à 30°C sont montrés dans les tableaux suivants (Tableau 15.a ; 15.b).

Tableau 15 : Estimation de la durée du cycle de développement de *L.sericata* en conditions contrôlées (Température 30°C ; Humidité relative : 70%)

15.a) Passage de l'œuf à la puppe :

Boîte	Poids de la mass d'œufs	Nombre d'œufs	Nombre de pupes			
		29/06/2017	01/07/2017	02/07/2017	03/07/2017	Total
B01	130mg (poids de 100 œufs est 8mg)	1625	20	1462	0	1482
B02		1625	33	1523	0	1556
B03		1625	22	1498	0	1520
B04		1625	11	1455	1	1467
Total		6500	86	5938	1	6025

15.b) passage de pupe à l'adulte :

Boite	Nombre des pupes	Nombre d'adultes émergés			
		08/07/2017	09/07/2017	10/07/2017	Total
B01	1482	18	1372	0	1390
B02	1556	15	1392	0	1407
B03	1520	10	1458	11	1479
B04	1467	12	1365	1	1378
Total	6025	55	5587	12	5654

6500 œufs de *L.sericata* ont été placés dans quatre(04) boites constituant les répétitions (1625œufs pour chaque boite).

D'après les tableaux ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement.

Pour le tableau (15.a), la première observation des pupes s'est effectuée 3 jours après la mise en élevage de 29/06/2017 jusqu'à le 01/07/2017, un nombre important des pupes dans les quatre boites a savoir : 1482, 1556, 1520, 1467. De 6500 œufs on a obtenu 6025 pupes.

Et pour le tableau (15.b), les émergences débutent le 08/07/2017 jusqu'à le 10/07/2017 avec un nombre important des adultes toujours dans les quatre boites qui est de 1390, 1407, 1479, 1378. De 6025 pupes on a obtenue 5654 adultes.

2.1.3.1 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de MARCHENKO appliquée à nos élevages de *L.sericata* :

Le 29/06/2017 quatre (04) boites contenant chacune environ 1625 œuf sont placées en présence d'un morceau de viande de bœuf comme support nutritif, sous conditions climatiques contrôlées (température 28°C et humidité relative environ 70°). Afin de définir le temps de passage de l'œuf à la pupe et de pupe à l'adultes, des observations journalières ont été effectuée et notée sur la fiche d'élevage ; les résultats sont cité dans les tableaux suivants (16.a et 16.b) :

Tableau 16a : Résultats d'élevage de *L. sericata* (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupes).

	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Moyenne du A D J (°C)
Boite	01/07/2017		02/07/2017		03/07/2017		
B01	20	147	1462	147	0	147	147
B02	33		1523		0		
B03	22		1498		0		
B04	11		1455		1		
Moyenne	21.5		1484.5		0.25		

Tableau 16b : Résultats d'élevage de *L. sericata* (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupes à l'adulte).

	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Moyenne
boite	08/06/2017		09/07/2017		10/07/2017		
B01	18	210	1372	231	0	189	209.33
B02	15		1392		0		
B03	10		1458		11		
B04	12		1365		1		
Moyenne	13.75		1396.75		3		

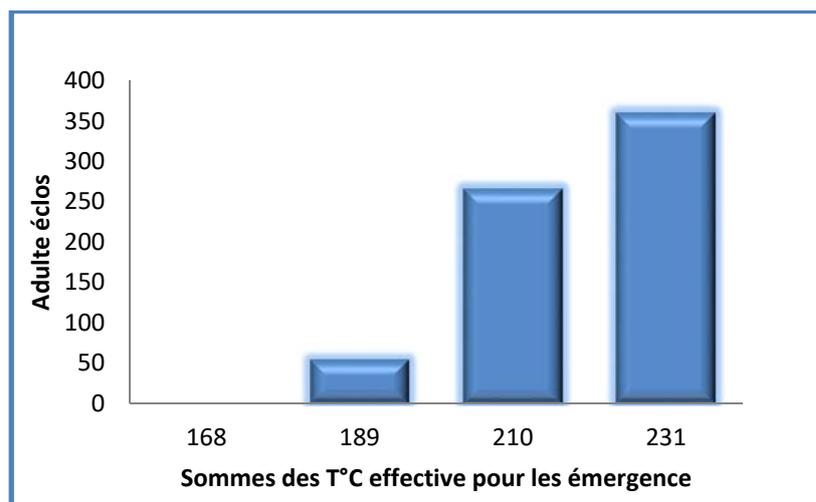


Figure 24 : constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *L.sericata* à 30°C.

D'après le tableau (16.a), La pupaison a été étalée sur 3 jours, elle débute le 01/07/2017 jusqu'au 03/07/2017 ; les pupes consomment une valeur qui correspond à 147°C. Le plus grand nombre des pupes été observé le 2^{ème} jour avec une moyenne de 1484.5, par rapport à le 1^{er} jour (21.5) et le 3^{ème} jour (0.25).

D'après le tableau (16.b) et la figure 24, L'émergence des adultes a été aussi étalée sur 3 jours, débute le 08/07/2017 avec 0.97% et un cumul de 210°C, le 09/07/2017 avec 98.8% consomment 231°C à partir du jour d'émergence le 10/07/2017 les individus consomment une valeur qui correspond à 189°C avec un pourcentage de 0.21%. La moyenne la plus élevée a été marquée le 2^{ème} jour, elle été de 1396.75, contrairement à les deux autres jours le 1^{er} et le 3^{ème} a été de 13.75 ; 3.

2.1.3.2 Estimation du sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de mortalité concernant l'élevage de *Lucilia sericata* à 30°C sont présentes dans les tableaux 17 et 18.

A. Identification du sexe ratio des individus :

Tableau 17 : Estimation du sexe ratio des individus de *Lucilia sericata* à 30°C.

	Nombre des adultes	Nombre des males	Nombre des femelles	Sexe ratio
Boite 1	1390	530	614	0,863192182
Boite 2	1407	428	546	0,783882784
Boite 3	1479	495	531	0,93220339
Boite 4	1378	386	445	0,86741573
Total	5654	1839	2136	0,860955056

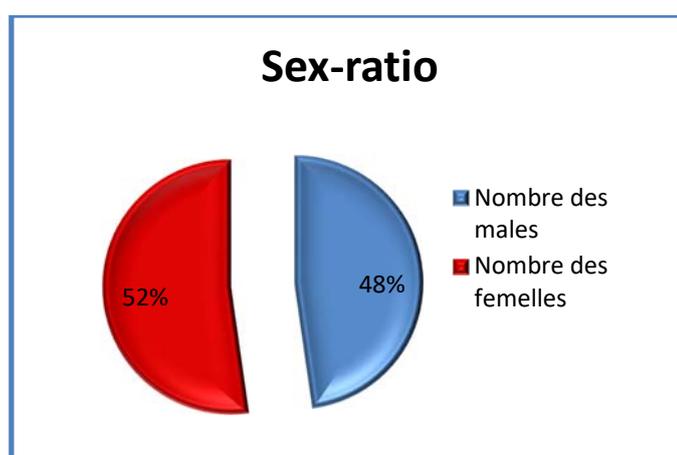


Figure 25 : Pourcentage du sexe ratio des individus de *Lucilia sericata*, élevés à 30°C.

D'après le tableau (17) et la présentation graphique de sexe ratio de *L.sericata* (fig.25), le nombre des mâles est presque identique à celui des femelles dans les quatre boites ou le sexe ratio est de 0.96, 0.78, 0.93 et 0.86.

B. Estimation de pourcentage de mortalité des pupes et des d'adultes dans les quatre boites d'élevage

Tableau 18 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de *Lucilia sericata* à 30°C par rapport au nombre d'œufs.

a) Le passage de l'œuf a la puppe :

	Nombre des œufs	Nombres des pupes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1625	1482	143	8.8
Boite 2	1625	1556	69	4.24
Boite 3	1625	1520	105	6.46
Boite 4	1625	1467	158	9.72
Total	6500	6025	475	7.30

b) Le passage de puppe à l'adulte :

	Nombre des pupes	Nombres des adultes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1482	1390	92	6.20
Boite 2	1556	1407	149	9.57
Boite 3	1520	1479	41	2.69
Boite 4	1467	1378	89	6.06
Total	6025	5654	371	6.15

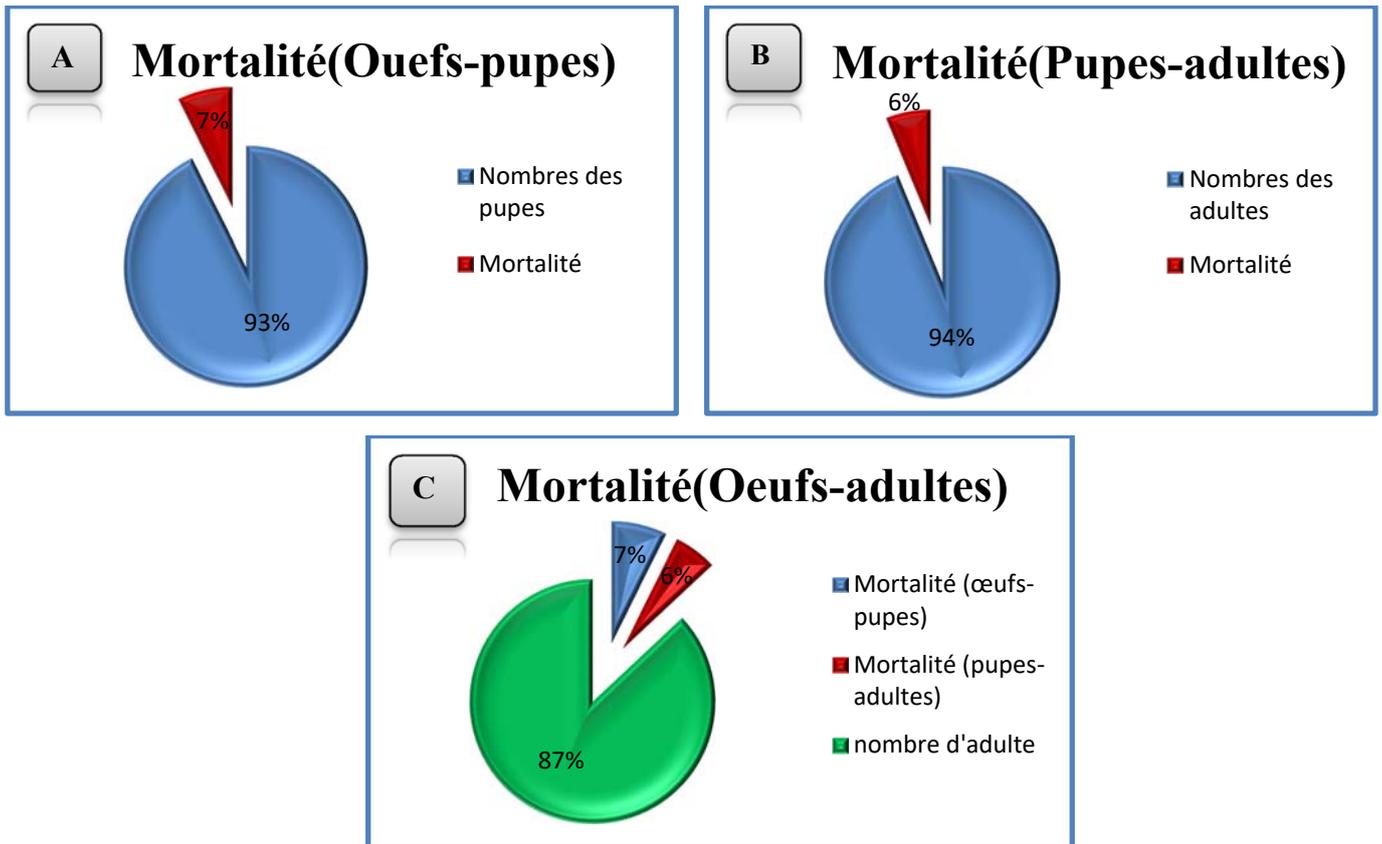


Figure 26 : Pourcentage de mortalité des individus de *Lucilia sericata* émergés et élevés à 30 C°
 A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).

D'après le tableau (18-a) et la présentation graphique de la mortalité de *L.sericata* (A) (fig.26), un nombre total de 6025 qui atteignent le stade pupes avec un pourcentage de 93% et 7% de mortalité dont le nombre est de 475.

D'après les tableaux (18-b) et la présentation graphique (B) (fig.26), un nombre total de 5654 qui atteignent le stade adulte avec un pourcentage de 94% et un taux de mortalité correspond à 371 avec 6%.

Et d'après la présentation graphique de la mortalité de *L.sericata* (C) (fig.26), de 6500 œufs on a obtenue 5654 adultes avec 87% et avec un pourcentage de mortalité de 7% dans le passage œufs – pupes et 6% dans le passage pupes - adulte ou le totale est de 13%.

2.2 Calliphora vicina :

2.2.1 Elevage à 26°C :

Quatre boîtes d'élevages ont été préparées pour accueillir le même nombre d'œufs de la même espèce. À cet effet pour l'espèce *C.vicina*, le nombre d'œufs déposé par boîte est environ 1540, les œufs ont été dénombrés par l'application de la méthode de dénombrement détaillé dans le chapitre matériel et méthodes. Le résultat de la fécondité ainsi que le poids des œufs sont consignés dans le tableau 4 :

Tableau 19 : Fécondité et poids des œufs pondus par les femelles de *calliphora vicina* espèces élevées à 26 °C (Température ambiante)

Espèce	Poids globale de la masse d'œufs	Nombre totale (Nt)	Nombre d'œufs par boîte (Nt/04)	Poids de la masse d'œufs
<i>C. vicina</i>	984mg	6160	1540	246mg

Comme pour *lucilia sericata* nous avons séparé les œufs pondus et après avoir pesé 100 œufs, ce nombre a donné un poids de 16mg. Ce qui ne concorde pas avec celle trouvée par Marchenko (2001) qui a trouvé que le poids de 200 œufs ± 20 est l'équivalent 35 à 40mg.

Après accouplement, les femelles de *calliphora vicina* ont donné des amas d'œufs dont le poids est de 984 mg avec un nombre de 6160œufs. Le poids total est divisé sur quatre (04) boîtes dont le poids est identique, de ce fait 246 mg pour chaque boîte correspondant à 1540 œufs dans chaque boîte.

2.2.1.1 Evaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de

C.vicina

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *C. vicina* à 26°C sont regroupés dans les tableaux suivants (Tableau 20.a et 20.b).

Tableau 20 : Estimation de la durée du cycle de développement de *C.vicina* en conditions contrôlées (Température 26°C ; Humidité relative : 70%).

20a) la durée de passage de l'œuf à la pupa

Boite	Poids de la masse d'œufs	Nombre des œufs	Nombre de pupes			Total
		26/05/2017	02/06/2017	03/06/2017	04/06/2017	
B01	246 mg (100 œufs=16mg)	1540	2	1383	37	1422
B02		1540	5	1420	23	1448
B03		1540	1	1398	84	1483
B04		1540	2	1368	17	1387
Total		6160	10	5569	161	5740

20b) la durée de passage de la pupa à l'adulte

boite	Nombre des pupes	Nombre d'adultes			Total
		08/06/2017	09/06/2017	10/06/2017	
B01	1422	0	922	15	937
B02	1448	2	1262	24	1288
B03	1483	0	1398	18	1416
B04	1387	3	1115	32	10
Total	5740	5	4697	89	4791

6160 œufs de *C.vicina* ont été placés dans quatre(04) boites constituant les répétitions (1540 œufs dans chaque boite).

D'après les tableaux ci-dessus, cette espèce présente des durées différentes pour chacun des stades de son développement.

Pour le tableau (20a), la première observation des pupes s'est effectuée 7 jours après la mise en place de l'élevage (26/05/2017 jusqu'à le 02/06/2017), De 6160 œufs ont donné naissance à 5740 pupes.

Les émergences ont débuté le 08/06/2017 jusqu'au 10/06/2017, un nombre important d'adultes est observé dans les boites (2,3 et 4) par rapport à la boite(1) qui est de 937. De 5740 pupes 4791 adultes ont émergé en (tableau 20.b).

2.2.1.2 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de MARCHENKO appliquée à nos élevages de *C.vicina* :

Les résultats de l'estimation des températures effectives à partir du jour d'émergence de *Calliphora vicina* dans les quatre boîtes d'élevage (1540oeufs/ boîte) sont représentées dans les tableaux (21a ; 21b) :

Tableau 21a : Résultats d'élevage de *C.vicina* (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupes).

	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Moyenne du A D J (°C)
Boîte	02/06/2017		03/06/2017		04/06/2017		
B01	2	168	1383	168	37	168	168
B02	5		1420		23		
B03	1		1398		84		
B04	2		1368		17		
Moyenne	2.5		1392.25		40.25		

Tableau 21b : Résultats d'élevage de *C.vicina* (26°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de pupes à l'adulte).

	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Moyenne
boîte	08/06/2017		09/06/2017		10/06/2017		
B01	0	408	922	384	15	360	384
B02	2		1262		24		
B03	0		1398		18		
B04	3		1115		32		
Moyenne	1.25		1174.25		22.25		

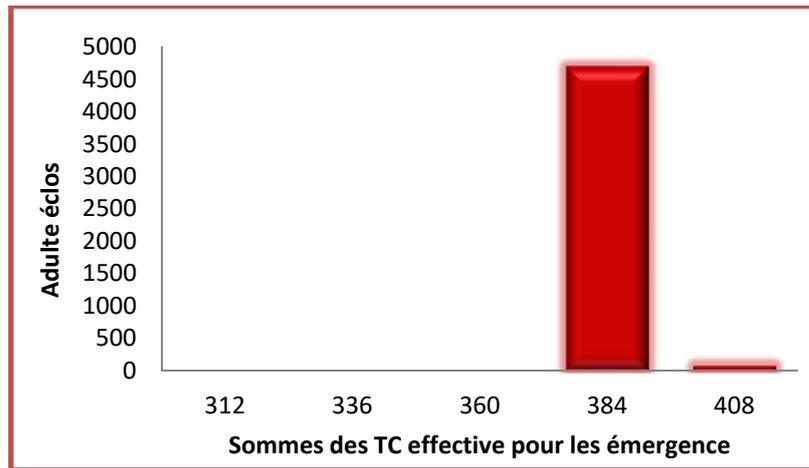


Figure 27 : Constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *C. vicina* à 26°C.

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, En dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête (Marchenko, 2001 ; Wyss et cherix, 2013).

D'après le tableau (21a), La pupaison s'est étalée sur 3 jours, elle a débuté le 02/06/2017 et c'est échelonné jusqu'au 04/06/2017 avec un cumul de 168°C, le plus grand nombre des pupes a été observé le 2^{ème} jour avec une moyenne de 1392.25, par rapport au 1^{er} jour (2.5) et le 3^{ème} jour (40.25).

D'après le tableau (21b) et la figure 27, L'émergence des adultes s'est étalé aussi sur 3 jours, elle a débuté le 08/06/2017 avec 0.10% et un cumul de 408°C, le 09/06/2017 avec 98% consommant une somme effective de 384°C à partir du jour d'émergence, le 10/06/2017 les individus ont consommé une valeur qui correspond à 360°C avec un pourcentage de 1.8%. La moyenne la plus élevée a été marqué le 2^{ème} jour, elle a été de 1174.25, contrairement aux deux autres jours : le 1^{er} et le 3^{ème} ont été de 1.25 ; 22.25 respectivement

2.2.1.3 Estimation du sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de mortalité concernant l'élevage de *Calliphora vicina* à 26°C sont présentes dans les tableaux 22 et 23.

A. Identification du sexe ratio des individus :

Tableau 22 : Estimation du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina* à 26°C.

	Nombre des adultes	Nombre des mâles	Nombre des femelles	Sexe ratio
Boite 1	937	403	564	0,714539007
Boite 2	1288	605	686	0,881924198
Boite 3	1416	716	856	0,836448598
Boite 4	1150	529	651	0,812596006
Total	4791	2253	2757	0,817192601

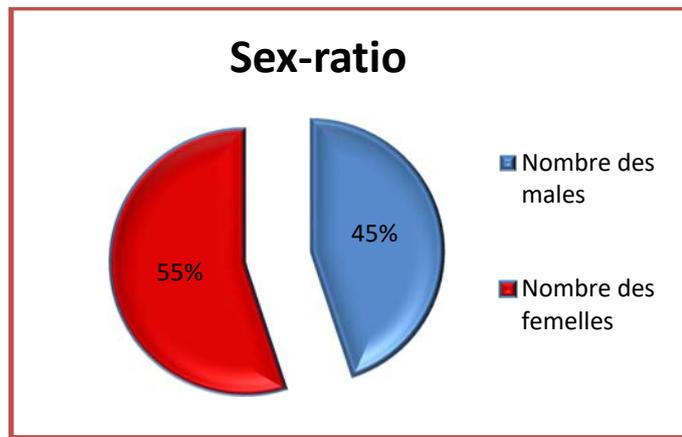


Figure 28 : Pourcentage du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina* élevés à 26°C.

D’après le tableau (22) et la présentation graphique de sexe ratio de *Calliphora vicina* (fig.28), le nombre des mâles est presque égal à celui des femelles dans les quatre boîtes, où le sexe ratio est de 0.71, 0.88, 0.83 et 0.81 respectivement.

B. Estimation de pourcentage de mortalité des pupes et des d’adultes dans les quatre boîtes d’élevage.

Tableau 23 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d’adultes dans l’élevage de *Calliphora vicina* à 26°C par rapport au nombre d’œufs mis en élevage.

a) Passage de l’œuf a la puppe :

Boîte	Nombre d’œufs	Nombre des pupes	mortalité	Pourcentage
B 01	1540	1422	118	7.66
B 02	1540	1448	92	5.97
B 03	1540	1483	57	3.70
B 04	1540	1387	153	9.93
Totale	6160	5740	420	6.81

b) Passage de pupe à adulte :

Boite	Nombre des pupes	Nombre d'émergence	mortalité	Pourcentage
B 01	1422	937	485	34.10
B 02	1448	1288	160	11.04
B 03	1483	1416	67	4.51
B 04	1387	1150	237	17.08
Totale	5740	4791	949	16.53

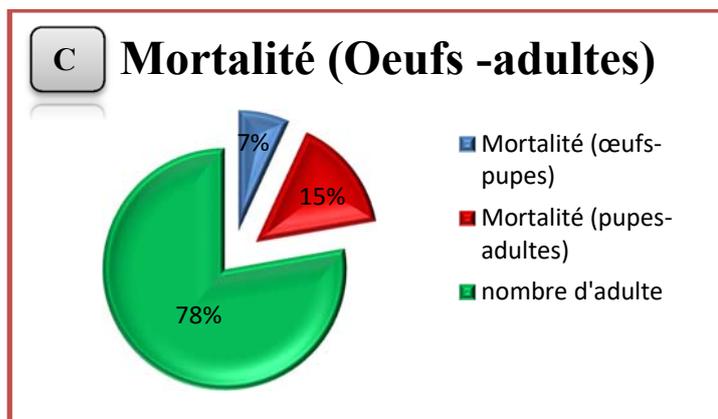
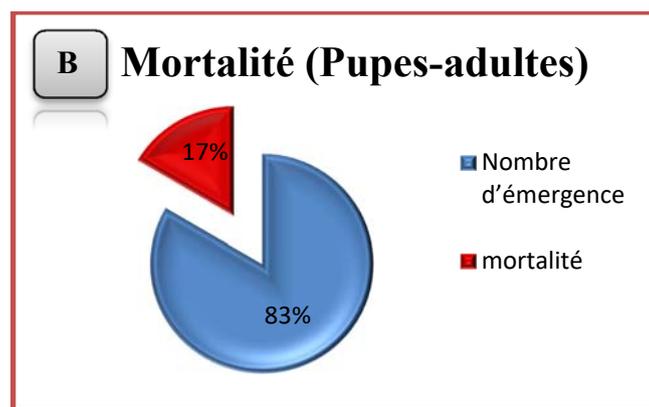
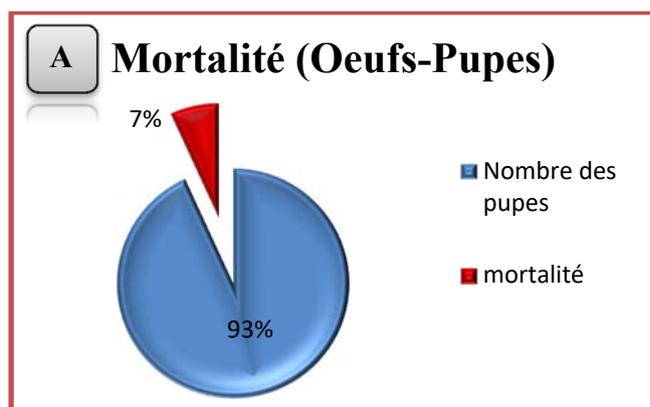


Figure 29 : Pourcentage de mortalité des individus de *Calliphora vicina* émergés et élevés à 26 C°

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

D'après le tableau (23a) et la présentation graphique de la mortalité de *C. vicina* (A) (fig.29), un nombre total de 5740 atteint le stade pupe avec un pourcentage 93% et 7% de mortalité dont le nombre est de 420.

D'après les tableaux (23-b) et la présentation graphique (B) (fig.29), un nombre total de 4791 ont atteint le stade adulte avec un pourcentage de 83% et un taux de mortalité correspond à 949 avec 17%.

Et d'après la présentation graphique de la mortalité de *C. vicina* (C) (fig.29), de 6160 œufs on a obtenue 4791 adultes avec 78% et avec un pourcentage de mortalité de 7% dans le passage œufs – pupes et 15% dans le passage pupes - adulte ou le totale est de 22%.

2.2.2 A température de 28°C :

A cette température (28°C) on a utilisé la même méthode décrite précédemment (à T° 26°C) sauf que le nombre d'œufs dans chaque boîte a changé et les résultats ont été les suivantes :

Tableau 24 : Evaluation des poids et dénombrement des œufs pondus à 22 °C (Température ambiante)

Espèce	Pois globale de la mass d'œufs	Nombre totale (Nt)	Nombre par boîte (Nt/04)	Pois de la mass d'œufs
<i>C. vicina</i>	1100mg	6880	1720	275mg

En utilisant les résultats obtenus avant (16 mg d'œufs correspond à 100 œufs). Le poids total est de 1100mg avec un nombre d'œufs de 6880 œufs. Le résultat trouvé pour chaque boîte été identique alors 275 mg pour chaque boîte (1720 œufs dans chaque boîte).

2.2.2.1 Evaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *Calliphora vicina*.

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *C. vicina* à 28°C sont montrés dans les tableaux suivants (Tableau 25.a ; 25.b).

Tableau 25 : Estimation de la durée du cycle de développement de *C. vicina* en conditions contrôlées (Température 28°C ; Humidité relative : 70%)

25.a) Passage de l'œuf à la pupes :

Boîte	Poids de la mass d'œufs	Nombre d'œufs	Nombre de pupes			
		12/06/2017	21/06/2017	22/06/2017	23/06/2017	Total
B01	275mg (100 œufs =16mg)	1720	17	1552	7	1576
B02		1720	5	1620	8	1633
B03		1720	14	1598	6	1618
B04		1720	2	1688	3	1693
Total		6880	38	6458	24	6520

25.b) passage de pupe à l'adulte :

boite	Nombres des pupes	Nombre d'adultes			
		26/06/2017	27/06/2017	28/06/2017	Total
B01	1576	25	1222	0	1247
B02	1633	14	1262	5	1281
B03	1618	18	1198	0	1216
B04	1693	22	1308	3	1333
Total	6520	79	4990	8	5077

6880 œufs de *C.vicina* ont été placés dans quatre(04) boites constituant les répétitions (1720 œufs pour chaque boite).

Pour le tableau (25.a), la première observation des pupes s'est effectuée 9 jours après la mise en élevage de 12/06/2017 jusqu'à le 21/06/2017, un nombre important des pupes dans les quatre boites a savoir : 1576, 1633, 1618, 1693. De 6880 œufs on a obtenu 6520 pupes.

Et pour le tableau (25.b), les émergences débutent le 26/06/2017 jusqu'au 28/06/2017 avec un nombre important des adultes toujours dans les quatre boites qui est de 1247, 1281, 1216, 1333. De 6520 pupes on a obtenue 5077 adultes.

2.2.2.2 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de

MARCHENKO appliquée à nos élevages de *C.vicina* :

Les résultats de l'estimation des températures effectives à partir du jour d'émergence de *C.vicina* à température de 28C° dans les quatre boites d'élevage sont représentées dans les tableaux 26.a et 26.b :

Tableau 26a : Résultats d'élevage de *C.vicina* (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la pupe).

Boite	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Moyenne du A D J (°C)
	21/06/2017		22/06/2017		23/06/2017		
B01	17	130	1552	130	7	130	130
B02	5		1620		8		
B03	14		1598		6		
B04	2		1688		3		
Moyenne	9.5		1614.5		6		

Tableau 26b : Résultats d'élevage de *C.vicina* (28°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de la pupa à l'adulte).

boite	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Moyenne
	26/06/2017		27/06/2017		28/06/2017		
B01	25	390	1222	416	0	364	390
B02	14		1262		5		
B03	18		1198		0		
B04	22		1308		3		
Moyenne	19.75		1247.5		2		

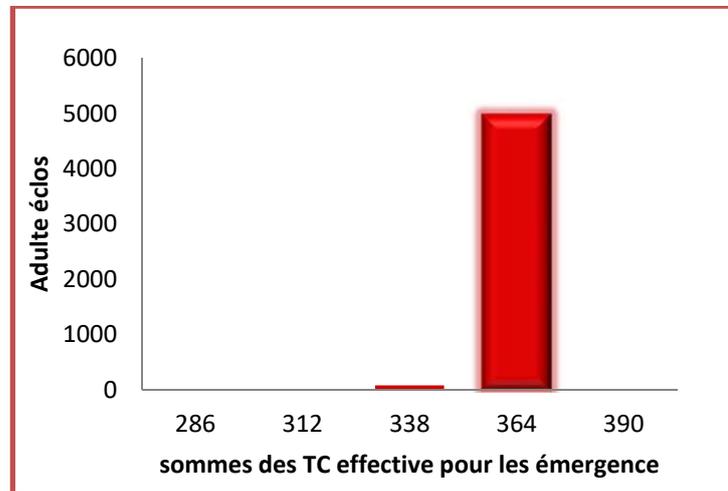


Figure 30 : constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *C.vicina* à 28°C.

D'après le tableau (26.a), La pupaison s'est étalée sur 3 jours, elle a débuté le 21/06/2017 jusqu'au 23/06/2017 ; les pupes consomment une valeur qui correspond à 130°C. Le plus grand nombre des pupes a été observé le 2^{ème} jour avec une moyenne de 1614.5, par rapport à le 1^{er} jour (9.5) et le 3^{ème} jour (6).

D'après le tableau (26.b) et la figure 30, L'émergence des adultes a été aussi étalée sur 3 jours, débute le 26/06/2017 avec 1.55% et un cumul de 390°C, le 27/06/2017 avec 98% consomme une somme effective de 416°C à partir du jour d'émergence le 28/06/2017 les individus consomme une valeur qui correspond à 364°C avec un pourcentage de 0.15%. La moyenne la plus élevée été marqué le 2^{ème} jour, elle été de 1247.5, contrairement à les deux autres jours le 1^{er} et le 3^{ème} a été de 19.75 ; 2

2.2.2.3 Estimation du sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de mortalité concernant l'élevage de *Calliphora vicina* à 28°C sont présentes dans les tableaux 27 et 28.

A. Identification du sexe ratio des individus :

Tableau 27 : Estimation du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina* à 28°C.

	Nombre des adultes	Nombre des males	Nombre des femelles	Sexe ratio
Boite 1	1247	624	643	0.97
Boite 2	1281	600	681	0.88
Boite 3	1216	616	656	0.93
Boite 4	1333	622	711	0.87
Total	5077	2462	2691	0,91

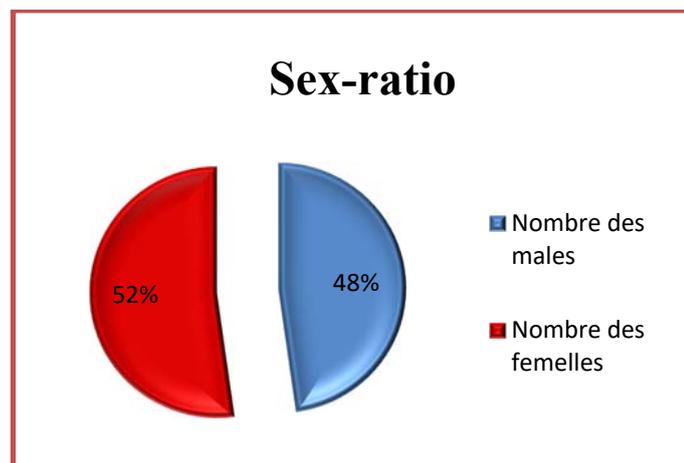


Figure 31 : Présentation graphique du sexe ratio des individus *Calliphora vicina* élevés à 28°C

D'après le tableau (27) et la présentation graphique de sexe ratio de *C.vicina* (fig.31), le nombre des mâles est inférieur à celui des femelles dans les quatre boites ou le sexe ratio est de 0.97, 0.88, 0.93 et 0.87.

B. Estimation de pourcentage de mortalité des pupes et des d'adultes dans les quatre boîtes d'élevage

Tableau 28 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de *Calliphora vicina* à 28°C par rapport au nombre d'œufs.

a) Le passage de l'œuf à la puppe :

	nombre des œufs	nombre des pupes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1720	1576	144	8.37
Boite 2	1720	1633	87	5.05
Boite 3	1720	1618	102	5.93
Boite 4	1720	1693	27	1.56
Total	6880	6520	360	5.23

b) Le passage de puppe à l'adulte :

	nombre des pupes	nombre des adultes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1576	1247	329	20.87
Boite 2	1633	1281	352	21.55
Boite 3	1618	1216	402	24.84
Boite 4	1693	1333	360	21.26
Total	6520	5077	1443	22.13

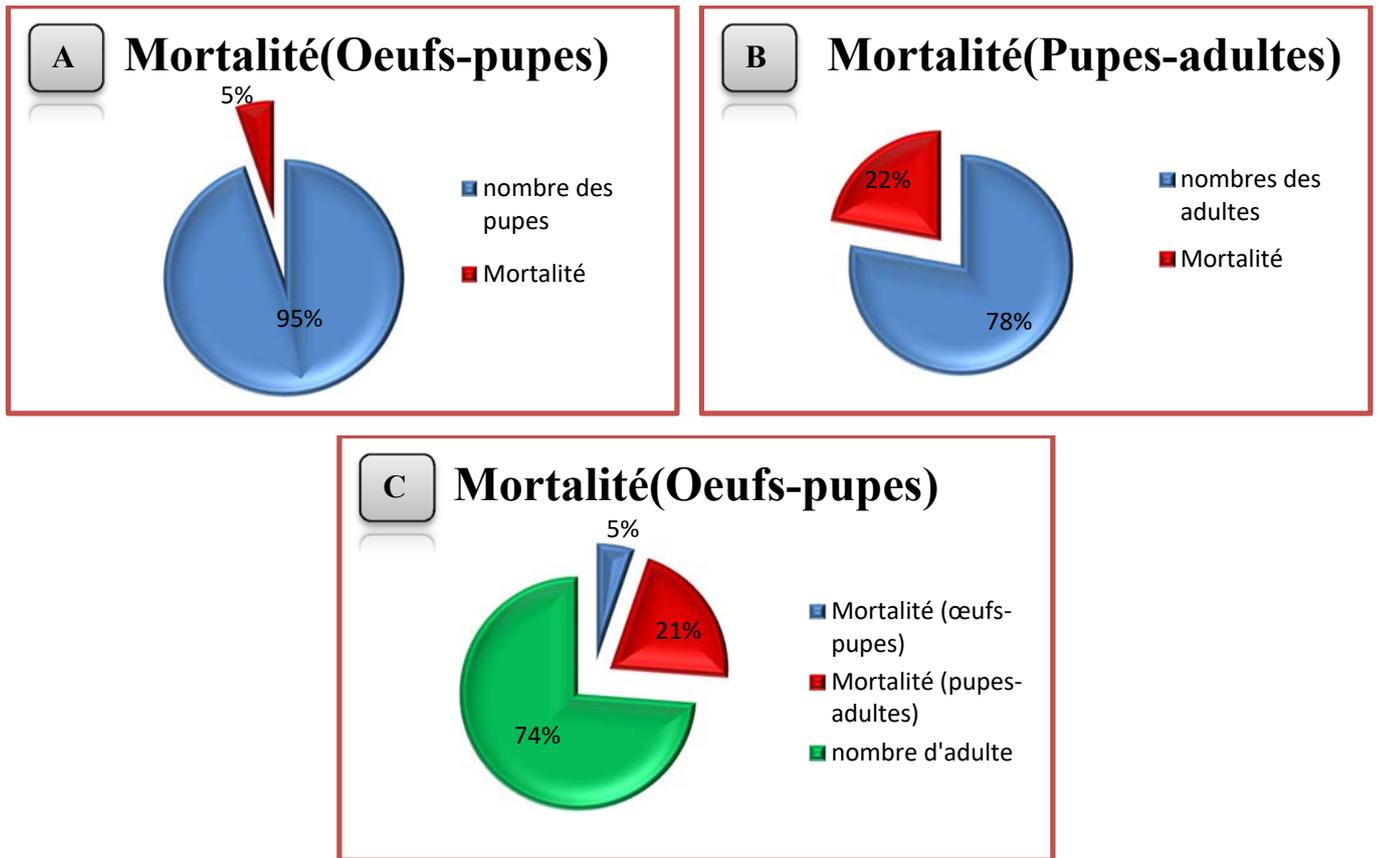


Figure 32 : Présentation graphique de mortalité des individus de *Calliphora vicina* émergés et élevés à 28C° pour A : mortalité (œufs-pupes) B : mortalité (pupes-adultes) C : mortalité (œufs-adultes).

D’après le tableau (28-A) et la présentation graphique de la mortalité de *C.vicina* (A) (fig.32), un nombre total de 6520 atteignent le stade pupae avec un pourcentage de 95% et 5% de mortalité dont le nombre est de 360.

D’après les tableaux (28-B) et la présentation graphique (B) (fig.32), un nombre total de 5077 atteignent le stade adulte avec un pourcentage de 78% et un taux de mortalité correspond à 1443 avec 22%.

Et d’après la présentation graphique de la mortalité de *C.vicina* (C) (fig.32), de 6880 œufs on a obtenue 5077 adultes avec 74% et avec un pourcentage de mortalité de 5% dans le passage œufs – pupae et 21% dans le passage pupae - adulte ou le totale est de 26%.

2.2.3 A température de 30°C

A cette température (30°) les quatre boîtes d'élevage contenant chacune d'elle environ 1625 œufs pour *L.sericata* et d'environ 1460 œufs pour *C.vicina*, les résultats sont reportés sur le tableau ci-dessous :

Tableau 29 : Evaluation des poids et du nombre des œufs pondus par les femelles de *C.vicina* à 22 °C (Température ambiante)

Espèce	Pois globale de la mass d'œufs	Nombre totale (Nt)	Nombre par boîte (Nt/04)	Pois de la mass d'œufs
<i>C. vicina</i>	936 mg	5840	1460	234 mg

Comme pour les deux températures précédentes on a utilisé les résultats obtenus (16 mg d'œufs correspond à 100 œufs).

Le poids total est de 936mg avec un nombre d'œufs de 5840 œufs. Le poids totale est divisé sur quatre (04) boîtes dont le poids est identique alors 234 mg pour chaque boîte (1460 œufs dans chaque boîte).

2.2.3.1 Evaluation de la durée des différentes phases dans le cycle de développement de *Calliphora vicina*.

Les résultats du suivi des élevages des œufs de *C.vicina* à 30°C sont montrés dans les tableaux suivants (Tableau 30.a ; 30.b).

Tableau 30 : Estimation de la durée du cycle de développement de *C.vicina* en conditions contrôlées (Température 30°C ; Humidité relative : 70%)

30.a) Passage de l'œuf à la puppe :

Boîte	Poids de la masse d'œufs	Nombre d'œufs	Nombre de pupes			
		29/06/2017	06/07/2017	07/07/2017	08/07/2017	Total
B01	234mg (100 œufs =16mg)	1460	26	1162	30	1218
B02		1460	38	1320	10	1368
B03		1460	45	1103	32	1180
B04		1460	27	1151	2	1180
Total		5840	136	4736	74	4946

30.b) passage de pupe à l'adulte :

boite	Nombre des pupes	Nombre des adultes			
		12/07/2017	13/07/2017	14/07/2017	Total
B01	1218	51	1002	0	1053
B02	1368	21	1101	5	1127
B03	1180	24	1052	0	1076
B04	1180	32	1005	3	1040
Total	4946	128	4160	8	4296

5840 œufs de *C.vicina* ont été placés dans quatre(04) boîtes constituant les répétitions (1460 œufs pour chaque boîte).

Pour le tableau (30.a), la première observation des pupes s'effectuée 8 jours après la mise en élevage de 29/06/2017 jusqu'à le 06/07/2017, un nombre important des pupes dans les quatre boîtes a savoir : 1218, 1368, 1180 et 1180. De 5840 œufs on a obtenu 4946 pupes.

Et pour le tableau (30.b), les émergences débutent le 12/07/2017 jusqu'à le 14/07/2017 avec un nombre important des adultes toujours dans les quatre boîtes qui est de 1053, 1127, 1076 et 1040. De 4946 pupes on a obtenue 4296 adultes.

2.2.3.2 Estimation des températures moyennes journalières (ADD) par la méthode de MARCHENKO appliquée à nos élevages de *C.vicina* :

Les résultats de l'estimation des températures effectives à partir du jour d'émergence de *C.vicina* à température de 30°C dans les quatre boîtes d'élevage sont représentées dans les tableaux 31.a et 31.b :

Tableau 31a : Résultats d'élevage de *C.vicina* (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de l'œuf à la puce).

Boîte	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Nombre des pupes	A D J (°C)	Moyenne du A D J (°C)
	06/07/2017		07/07/2017		08/07/2017		
B01	26	168	1162	168	30	168	168
B02	38		1320		10		
B03	45		1103		32		
B04	27		1151		2		
Moyenne	34		1184		18.5		

Tableau 31b : Résultats d'élevage de *C.vicina* (30°C-70%) Accumulation des degrés jours (passage de la pupa à l'adulte).

boite	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Nombre des adultes	A D J (°C)	Moyenne
	12/07/2017		13/07/2017		14/07/2017		
B01	51	392	1002	420	0	364	392
B02	21		1101		5		
B03	24		1052		0		
B04	32		1005		3		
Moyenne	32		1040		2		

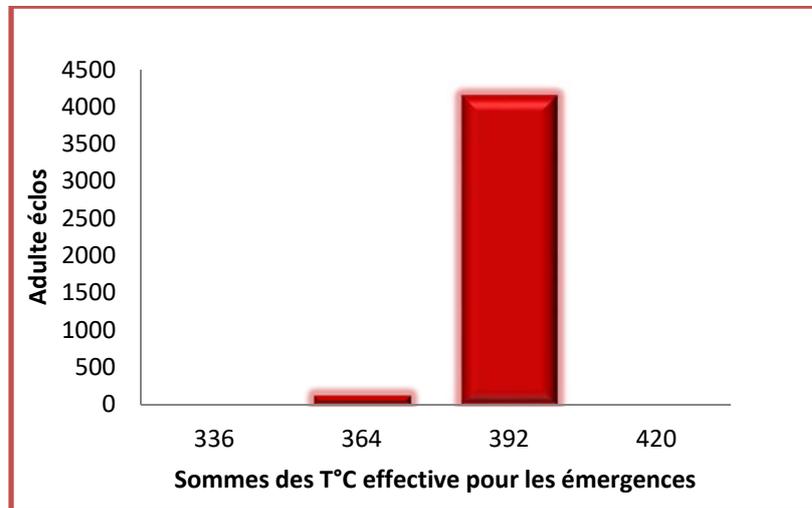


Figure 33 : constante de chaleur atteinte à partir du jour d'émergence des individus de *C.vicina* à 30°C.

D'après le tableau (31.a), La pupaison a été étalée sur 3 jours, elle débute le 06/07/2017 jusqu'au 08/07/2017 ; les pupes consomment une valeur qui correspond à 168°C. Le plus grand nombre des pupes été observé le 2^{ème} jour avec une moyenne de 1184 par rapport à le 1^{er} jour (34) et le 3^{ème} jour (18.5).

D'après le tableau (31.b) et la figure 33, L'émergence des adultes a été aussi étalé sur 3 jours, débute le 12/07/2017 avec 2.97% et un cumul de 392°C, le 13/07/2017 avec 96.8% consomment une somme effective de 420°C à partir du jour d'émergence le 14/07/2017 les individus consomment une valeur qui correspond à 364°C avec un pourcentage de 0.18%. La moyenne la plus élevée a été marquée le 2^{ème} jour, elle été de 1040, contrairement à les deux autres jours le 1^{er} et le 3^{ème} a été de 32 ; 2.

2.2.3.3 Estimation du sexe ratio et le pourcentage de mortalité des individus émergés

Les résultats du sexe ratio et le pourcentage de mortalité concernant l'élevage de *Calliphora vicina* à 30°C sont présentes dans les tableaux 32 et 33.

A. Identification du sexe ratio des individus :

Tableau 32 : Estimation du sexe ratio des individus de *Calliphora vicina* à 30°C.

	Nombre des adultes	Nombre des males	Nombre des femelles	Sexe ratio
Boite 1	1053	624	643	0,970451011
Boite 2	1127	600	681	0,881057269
Boite 3	1076	616	656	0,93902439
Boite 4	1040	622	711	0,874824191
Total	4296	2462	2691	0,914901524

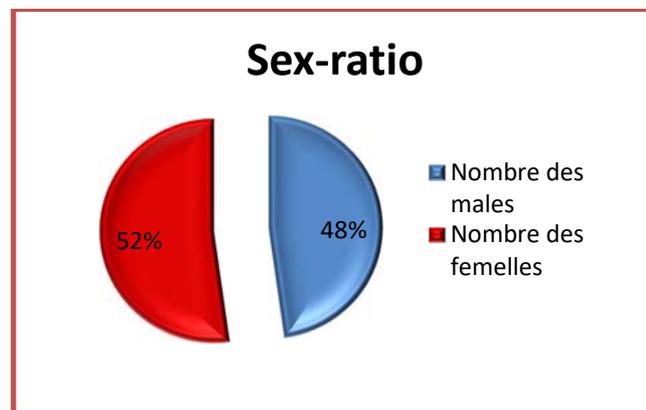


Figure 34 : pourcentage du sexe ratio des individus *Calliphora vicina*, élevés à 30°C.

D'après le tableau (32) et la présentation graphique de sexe ratio de *C.vicina* (fig.34), le nombre des mâles est inférieur à celui des femelles dans les quatre boites ou le sexe ratio est de 0.97, 0.88, 0.93 et 0.87.

B. Estimation de pourcentage de mortalité des pupes et des d'adultes dans les quatre boîtes d'élevage

Tableau 33 : Estimation du nombre de mortalité des pupes et d'adultes dans l'élevage de *Calliphora vicina* à 30°C par rapport au nombre d'œufs.

a) Le passage de l'œuf à la pupa :

	nombre des œufs	nombre des pupes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1460	1218	242	16.57
Boite 2	1460	1368	92	6.30
Boite 3	1460	1180	280	19.17
Boite 4	1460	1180	280	19.17
Total	5840	4946	894	15.30

b) Le passage de pupa à l'adulte :

	nombre des pupes	nombres des adultes	Mortalité	Pourcentage
Boite 1	1218	1053	165	13.54
Boite 2	1368	1127	241	17.61
Boite 3	1180	1076	104	8.81
Boite 4	1180	1040	140	11.86
Total	4946	4296	650	13.14

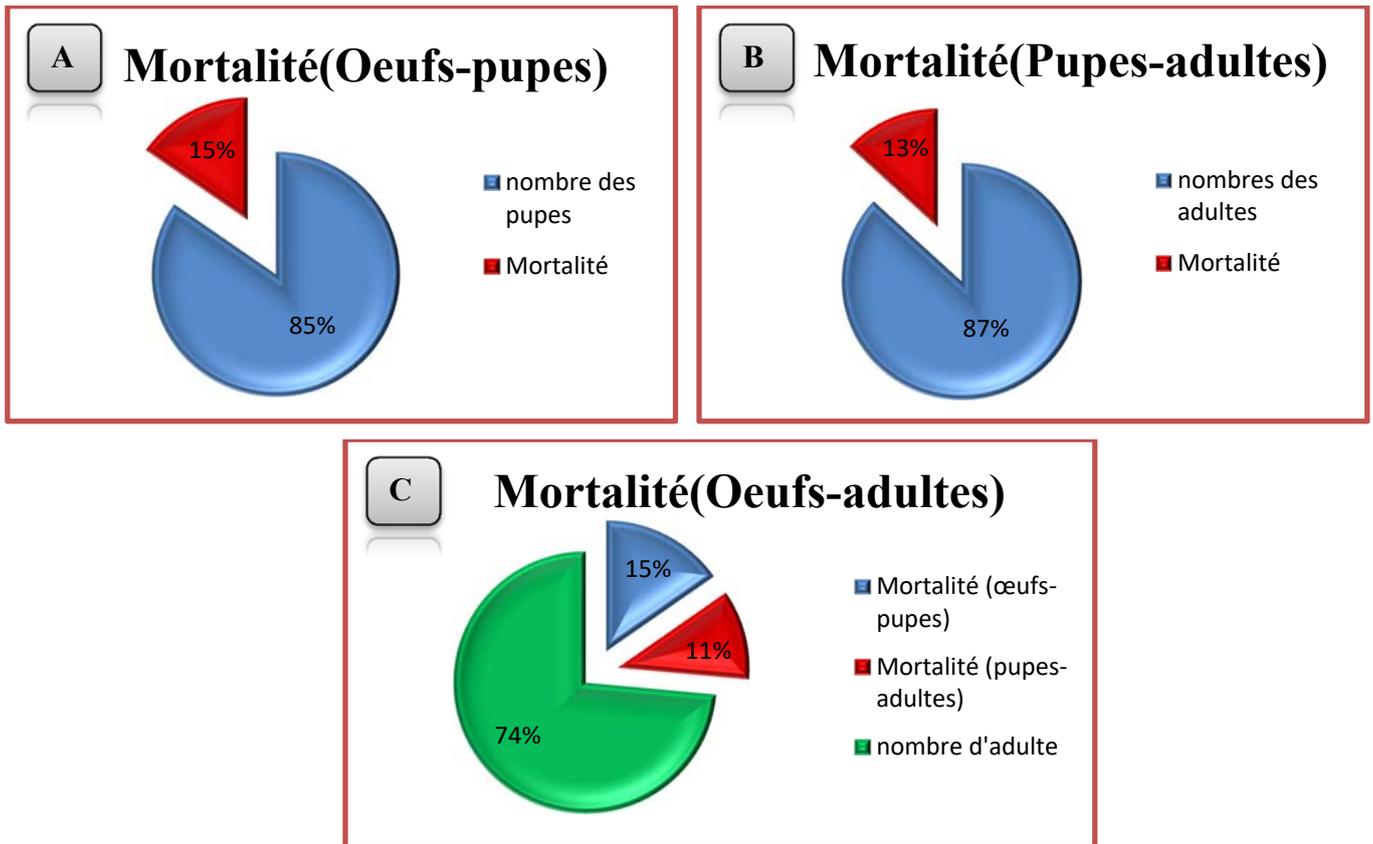


Figure 35 : pourcentage de mortalité des individus de *Calliphora vicina* émergés et élevés à 30 C°.

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

D'après le tableau (33-A) et la présentation graphique de la mortalité de *C.vicina*(A) (fig.35), un nombre total de 4946 atteignent le stade pupes avec un pourcentage de 85% et 15% de mortalité dont le nombre est de 894.

D'après les tableaux (33-B) et la présentation graphique (B) (fig.35), un nombre total de 4296 qui atteignent le stade adulte avec un pourcentage de 87% et un taux de mortalité correspond à 650 avec 13%.

Et d'après la présentation graphique de la mortalité de *C.vicina* (C) (fig.35), de 5840 œufs on a obtenue 4296 adultes avec 74% et avec un pourcentage de mortalité de 15% dans le passage œufs – pupes et 11% dans le passage pupes - adulte ou le totale est de 26%.

2.3 Analyse de régression :

Pour répondre à notre problématique on a réalisé l'analyse en effectuant une régression (une estimation de l'équation de la relation existant entre deux paramètres).

Avant de commencer nos calculs, on a essayé de rendre le nombre des échantillons égaux pour les deux espèces dans les trois températures pour rendre nos résultats plus fiables. Les tableaux suivants représentent ces résultats :

<i>Lucilia sericata</i>							
Température	œufs	pupes	Adultes	Mortalité œufs-pupes	mortalité pupes-adultes	Mortalité œufs-adultes	Durée du cycle
26	1000	807	431	193	376	569	14 jours
28	1000	951	912	49	39	88	12 jours
30	1000	927	870	73	57	130	11 jours

<i>Calliphora vicina</i>							
température	œufs	pupes	adultes	Mortalité œufs-pupes	mortalité pupes-adultes	Mortalité œufs-adultes	Durée du cycle
26	1000	932	778	68	154	222	17 jours
28	1000	948	738	52	210	262	16 jours
30	1000	847	736	153	111	264	15 jours

2.3.1 Estimation du paramètre de détermination R^2 :

Lors de l'établissement d'une équation de régression $Y=a+bX$ (a =ordonnée à l'origine et b =pente), le **coefficient de détermination (R^2)** détermine à quel point l'équation de régression est adaptée pour décrire la distribution des points.

- Si le R^2 est nul, cela signifie que l'équation de la droite de régression détermine 0% de la distribution des points. Cela signifie que le modèle mathématique utilisé n'explique absolument pas la distribution des points.
- Si le R^2 vaut 1, cela signifie que l'équation de la droite de régression est capable de déterminer 100% de la distribution des points. Cela signifie que le modèle mathématique utilisé, ainsi que les paramètres a et b calculés sont ceux qui déterminent la distribution des points. Donc : $0 \leq R^2 \leq 1$.

❖ *Lucilia sericata* :

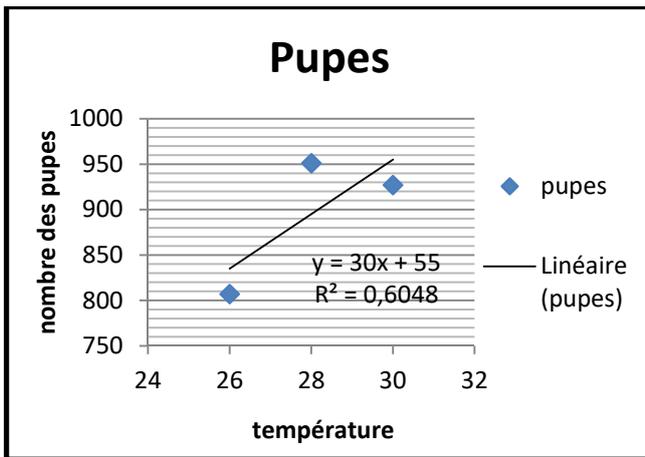


Figure 36 : Relation entre le nombre des pupes et la température chez *Lucilia sericata*.

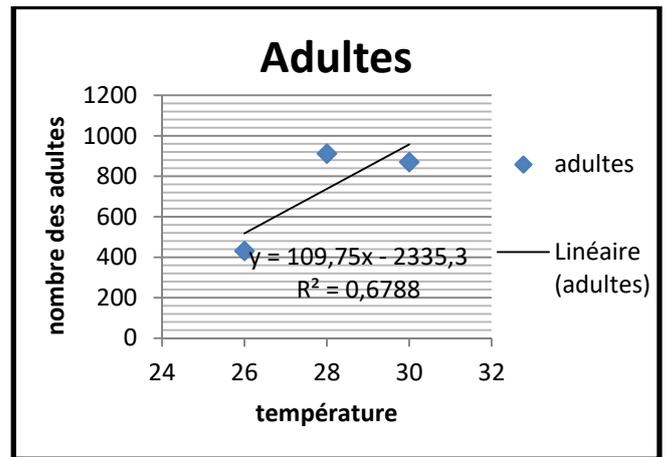


Figure 37 : Relation entre le nombre d'adultes et la température chez *Lucilia sericata*

D'après les figures 36 et 37 qui représentent la relation entre le nombre de pupes, adultes et la température, $R^2 = 0,60$ (pupes) et $R^2 = 0,67$ (adultes), plus le R^2 se rapproche de 0 plus le nuage de points est diffus autour de la droite de régression.

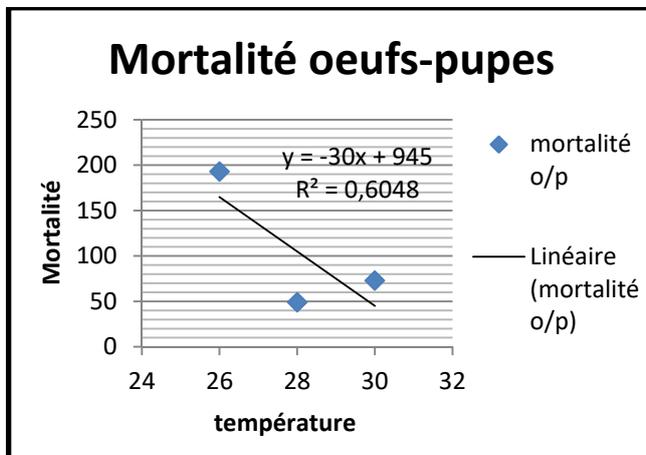


Figure 38 : Relation entre la mortalité (œufs-pupes) et la température chez *Lucilia sericata*.

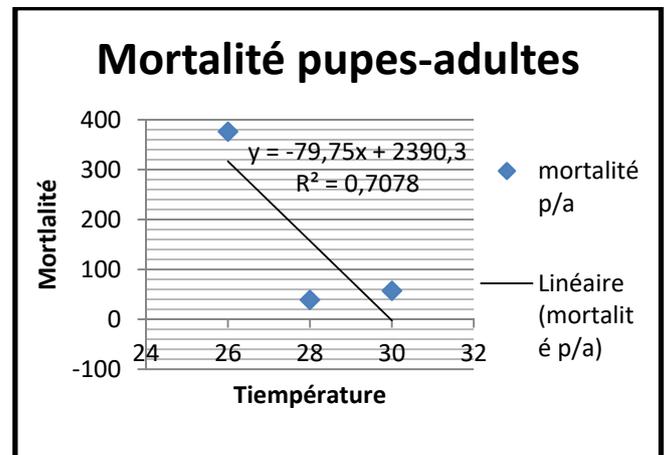


Figure 39 : Relation entre la mortalité (pupes-adultes) et la température chez *Lucilia sericata*.

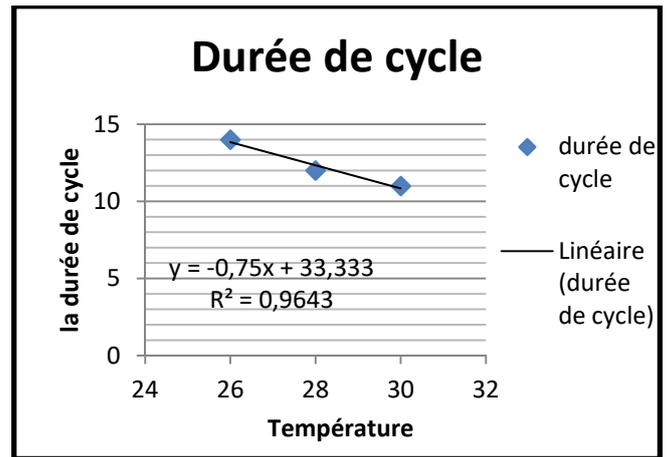
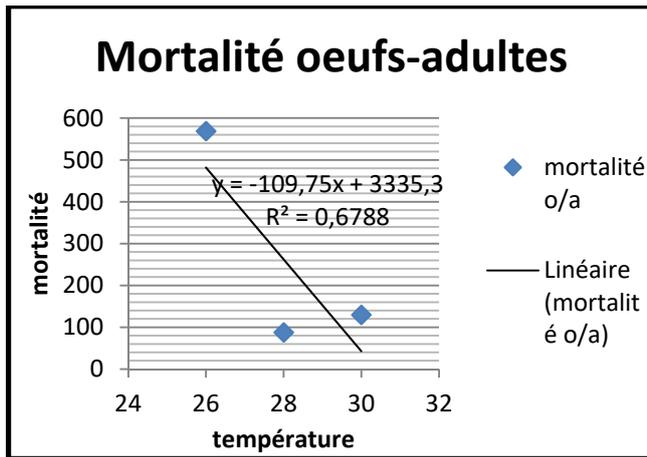


Figure 40 : Relation entre la mortalité (œufs-adultes) et la température chez *Lucilia sericata*.

Figure 41 : Relation entre la durée du cycle de développement et la température chez *Lucilia sericata*.

D'après les figures 38, 39 et 40 qui représentent la relation entre la mortalité dans les trois phases (œufs-pupes ; pupes-adultes et œufs- adultes) et la température $R^2 = 0.60$ (œufs-pupes) ; $R^2 = 0.70$ (pupes-adultes) et $R^2 = 0.67$ (œufs-adultes), plus le R^2 se rapproche de 0 plus le nuage de points est diffus autour de la droite de régression.

Et d'après la figure 41 qui représente la relation entre la durée du cycle de développement et la température, $R^2 = 0.96 \approx 1$, plus le R^2 tend vers 1, plus le nuage de points se rapproche de la droite de régression.

❖ *Calliphora vicina* :

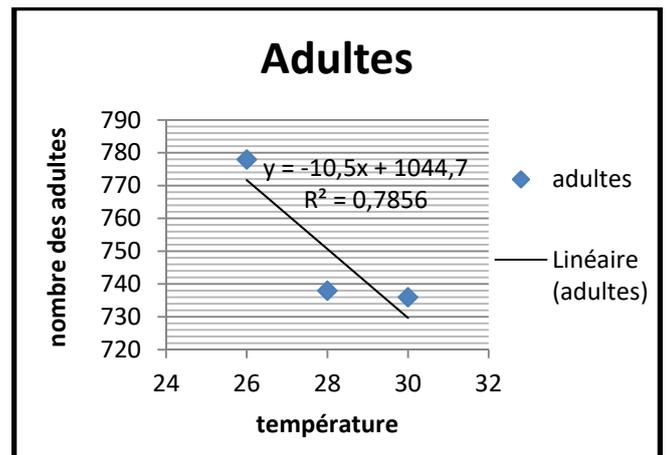
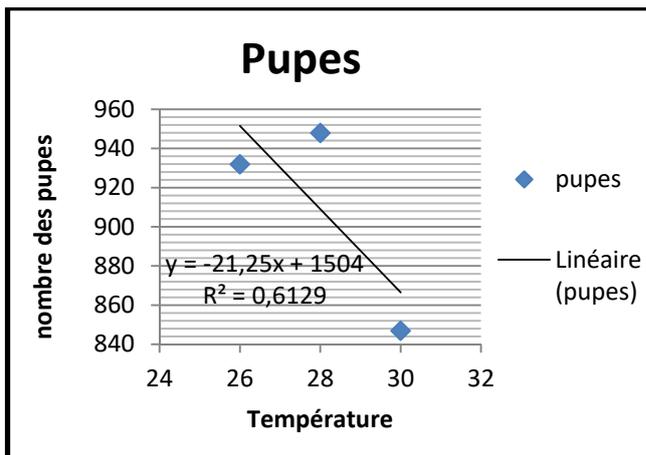


Figure 42 : Relation entre le nombre des pupes et la température chez *Calliphora vicina*.

Figure 43 : Relation entre le nombre des pupes et la température chez *Calliphora vicina*.

D'après les figures 42 et 43 qui représentent la relation entre le nombre des pupes, adultes et la température, $R^2 = 0.61$ (pupes) et $R^2 = 0.78$ (adultes), plus le R^2 se rapproche de 0 plus le nuage de points est diffus autour de la droite de régression.

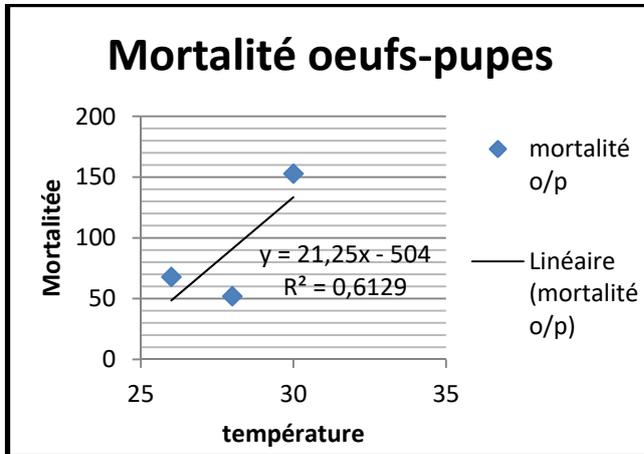


Figure 44 : Relation entre la mortalité (œufs-pupes) et la température chez *Calliphora vicina*.

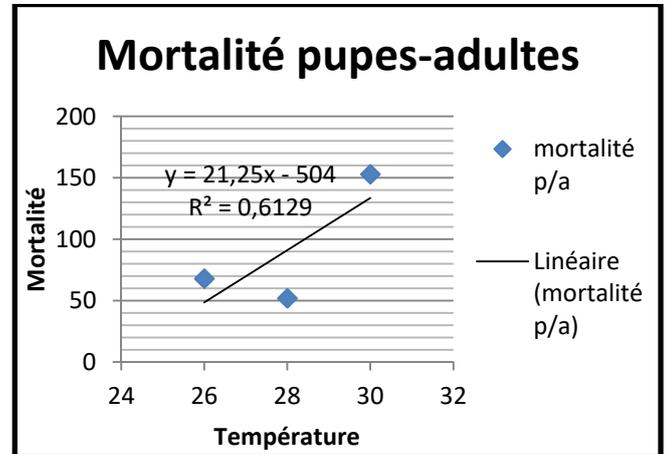


Figure 45 : Relation entre la mortalité (pupes-adultes) et la température chez *Calliphora vicina*.

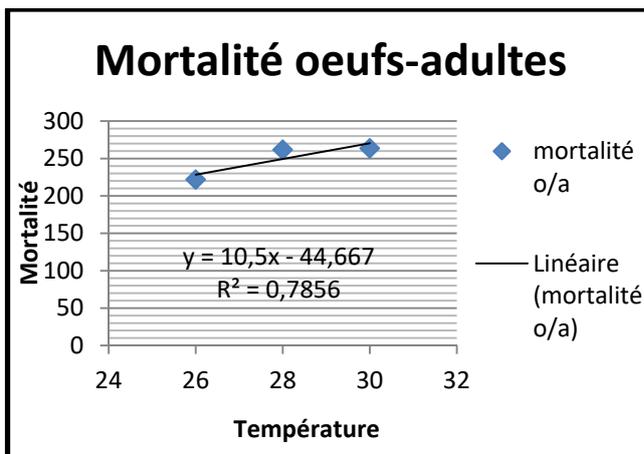


Figure 46 : Relation entre la mortalité (œufs-adultes) et la température chez *Calliphora vicina*.

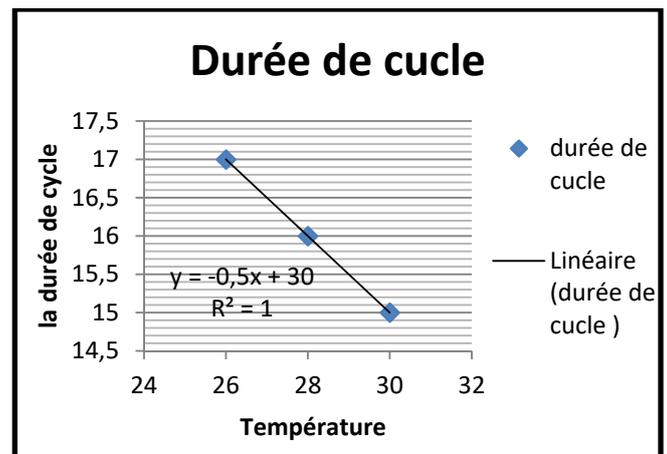


Figure 47 : Relation entre la durée du cycle de développement et la température chez *Calliphora vicina*.

D'après les figures 44, 45 et 46 qui représentent la relation entre la mortalité dans les trois phases (œufs-pupes ; pupes-adultes et œufs- adultes) et la température $R^2 = 0.61$ (œufs-pupes) ; $R^2 = 0.61$ (pupes-adultes) et $R^2 = 0.78$ (œufs-adultes), plus le R^2 se rapproche de 0 plus le nuage de points est diffus autour de la droite de régression.

Et d'après la figure 47 qui représente la relation entre la durée du cycle de développement et la température, $R^2=1$ les points sont exactement alignés sur la droite de régression.

II. Discussion :

Notre étude s'est déroulée dans un terrain au Département de Médecine légale à INCC/GN (Bouchaoui). Durant notre expérimentation, il y avait eu une succession diversifiée d'insectes nécrophages sur notre substrat alimentaire représenté par un -morceau de viande de bœuf. Ces insectes sont arrivés dans les minutes qui ont suivi la disposition des pièges. Cela peut être dû aux conditions climatiques qui étaient favorables (saison du Printemps), à l'activité des insectes. Les espèces les plus représentatives sont : *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata* qui font parti de la famille des Calliphoridae.

A partir des années soixante jusqu'à nos jours, beaucoup d'auteurs se sont intéressés à l'étude de la succession des insectes nécrophages sur les cadavres des vertébrés (**Payne, 1965 ; Anderson et Van Laerhoven, 1996 ; Tantawi et al., 1996 ; Bharti et Singh, 2003 ; Schroeder et al., 2003 ; Grassberger et Frank, 2004 ; Arnaldos et al., 2005 ; Horenstein et al, 2010 ; Wahizatul et Wuen, 2011 ; Benbow et al., 2013 ; Matuszewski et al., 2013 ; Pastula et Merrit, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013**).

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

Concernant les deux (02) espèces capturées, *Calliphora vicina* a été observée avec des effectifs élevés par de nombreux auteurs dans différentes régions du monde, mais surtout en Europe (**Wyss et Cherix, 2003 ; Charabidze et al., 2012 ; Gennard, 2012 ; Frederickx et al., 2012 ; Wyss et Cherix, 2013**).

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

Concernant l'élevage de ces insectes, chaque espèce présente des durées différentes en fonction des stades de leurs développements pour une température donnée. En effet, pour les trois (03) températures expérimentées, nous avons pris des nombres d'œufs élevés pour *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*. Les résultats des élevages pour ces deux (02) espèces sont complètement différents.

Pour *Lucilia sericata* élevées à 26°C, une émergence de 3361 adultes a été obtenue soit un taux de 43% dans une période de 15 jours, à 28°C l'émergence de 5604 adultes avec un taux de 91% durant une période de 13 jours, et à 30°C une émergence de 5654 adultes avec un taux de 87% en 12 jours.

Pour ce qui est de *Calliphora vicina* élevées à 26°C, une émergence de 4791 adultes a été obtenue soit un taux de 78 % dans une période de 18 jours, à 28°C l'émergence de 5077 adultes avec 74% dans une période de 17 jours et à 30°C une émergence de 4296 adultes avec 74% dans une période de 16 jours.

Pour le calcul des IPM, nous avons utilisé la méthode d'accumulation des températures de Marchenko (**Marchenko, 1990**), avec les espèces de la première génération. Cette méthode tient compte des températures moyennes journalières dont le principe est basé sur un seuil de température où les larves ne se développent pas. Pour celle-ci, seules comptent les températures effectives, définies comme la différence entre la température moyenne 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). Le calcul des IPM avec cette méthode affirme que la marge d'erreur est de l'ordre de ± 24 heures, voir inférieur ou supérieur à un jour.

Chez *Lucilia sericata* à 26°C un cumul de 224 degrés/jours est nécessaire pour accomplir son cycle de développement, 209°C pour une température de 28°C et 231°C pour la température 30°C. Ces résultats sont en accord avec celle de Marchenko (**Marchenko, 2011**), qui désigne que pour cette espèce un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimale de 2°C, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête.

L'accumulation de degrés/jours de *Calliphora vicina* à 26°C est de 384°C pour terminer son cycle de développement. A la température 28°C, cette espèce a besoin de 416 degrés/jours et 420 degrés/jours à 30°C.

Pour le sexe ratio des adultes émergés de *C.vicina* et *L.sericata* est généralement 50:50. Les mêmes observations ont été signalées par d'autres auteurs (**Queiroz et al., 1996 ; Serra et al, 2007 et Souza et al, 2012**).

Le taux de mortalité (œufs- adulte) de *Lucilia sericata* à 26°C est de 57%, de 9% à 28°C et 13% à 30°C. Pour *Calliphora vicina*, la mortalité à 26°C est de 22% et 26% de mortalité sont notées avec les deux températures : 28°C et 30°C.

Concernant la relation entre la mortalité et la température pour les deux espèces, le R^2 se rapproche de 0 ce qui signifie qu'il n'existe pas une relation entre ces deux variables. Autrement dit, les mortalités enregistrées dans les différents élevages des deux espèces sont indépendantes de la température.

La mortalité constatée peut être expliquée pour les deux espèces dans la phase (œufs-pupes) probablement par la non fertilité des œufs (non fécondé) et dans la phase (pupes-adultes) par la présence de l'hyménoptère *Nasonia vitripennis* qui est un parasite des pupes de Diptères. La femelle du parasite pond ses œufs dans les pupes après avoir injecté un venin qui ralentit le développement de l'hôte, pour que ses larves se nourrissent et se développent jusqu'au stade adulte (fig.48/ Annexe I).

Concernant la relation entre la durée du cycle de développement et la température pour les deux espèces *L.sericata* et *C.vicina*, l'équation de régression $R^2=1$, signifie qu'il existe une corrélation positive entre la température et la durée du cycle de développement.

Conclusion

Ce travail a été réalisé dans le but de déterminer la relation entre la température et la durée du cycle de développement de deux diptères nécrophages appartenant à la famille des *Calliphoridae* à savoir : *Calliphora vicina* et *Lucilia sericata*. D'une façon générale, ces deux espèces sont toujours les premières arrivées sur un cadavre, c'est pour cela elles sont les plus utilisées pour estimer le moment du décès.

Les résultats de cette étude ont été obtenus grâce à l'utilisation d'un paramètre de détermination R^2 . Ces résultats ont démontré qu'il n'existe pas une relation entre la température et la mortalité pour les deux espèces élevées dans les trois températures (26°C, 28°C et 30°C) lorsque le R^2 se rapproche de 0.

Par contre lorsque le R^2 tend vers 1 cela signifie que la température a influencé sur la durée du cycle de développement, et l'existence d'une corrélation positive, plus la température augmente, plus la durée du cycle de développement diminue et vice versa.

En perspectives

- Il est préféré de décongeler la viande avant de procéder à l'expérience.
- Il serait souhaitable de faire des études plus étendues sur le développement des insectes nécrophages et leur utilisation dans la médecine légale.
- Refaire le travail en basses températures et en multipliant de nombre des répétitions.
- Prendre en considération l'importance des stades larvaires.
- Refaire l'étude avec plusieurs espèces.

Références bibliographiques

- 1) **Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H.N., Hall M.J.R. 2007-** Best practice in forensic entomology – standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, **121**(2):90-104.
- 2) **Amendt J., Campobasso C.P., Goff L.M. et Grassberg M. 2010-**Current Concepts in Forensic Entomology. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, p. 376.
- 3) **Anonyme A:** <http://www.internetdict.com>.
- 4) **Auberon C., Boulay J., Charabidze D., Gosselin M. 2012** – Quand l'entomologiste devient expert : les insectes nécrophages et la datation du décès. *Espèces*, **5**: 2-9.
- 5) **Anderson G.S., Van Laerhoven S.L. 1996** – Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, **41**:617-625.
- 6) **Anderson G.S. 2001** -Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds.) Forensic entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C. 143-169.
- 7) **Anderson G.S. 2005** - Analyse d'expert sur la base de données d'autres experts Présomption scientifique. Boca Raton : Taylor et Francis
- 8) **Anderson G.S. 2010** - Decompositional and Invertebrate Colonization of Cadavers in Coastal Marine. In J.Amendt, C.P. Campobasso, L.M. Goff et M. Grassberg (éds.),Current concepts in Forensic Entomology, p. 223-272. Springer, London.International Journal of Legal Medicine **121**(2): 90-104.
- 9) **Arnaldos M.I., Garcia M.D., Romera E., Presa J.J., Luna A. 2005** – Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*, **149**: 57-65.
- 10) **Bergert M. 1855** - Infanticide, momification naturelle du cadavre. *Annales Hygiène Médicale et légale*, **4**:442-452.
- 11) **Benbow M.E., Lewis A.J., Tomberlin J.K., Pechal J.L. 2013** – Seasonal Necrophagous assembly during vertebrate carrion decomposition. *Journal of Medical Entomology*, **50** (2):55-440.
- 12) **Benecke M., Wells D.J. 2001**-DNA Techniques for Forensic Entomology. In: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds.) Forensic entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C. 341 -352.

- 13) **Benecke M. 2004** -Arthropods and Corpses. In: Tsokos M. (Ed.) *Forensic Pathology Reviews II*. Humana Press, Totowa. **2**: 207-240.
- 14) **Bharti M., Singh D. 2003** – Insect faunal succession on decaying rabbit carcasses in Punjab, India, *Journal of Forensic Science*, **48** : 1133-1143
- 15) **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., p.418 - **2009**.*Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, p. 681.
- 16) **Byrd JH, Castner JL. 2001** – *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. Florida : CRC Press. 418 p.
- 17) **Carter, DO, Yellowlees, D, Tibbett M. 2007-** Cadavre Decomposition in terrestrial in ecosystems. *Naturwissenschaften*. **94** : 12-24.
- 18) **Catts E.P et Haskell N.1990** - *Protocole Présomption scientifique*, Joyce's Print Shop.
- 19) **Catts E.P., Goff M.L. 1992-***Forensic entomology in Criminal Investigations*. *Annual Review of Entomology* **37** :253-272.
- 20) **Campobasso, CP, Di Vella, G, Introna, F. 2001** – Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science Interationel*. **120** : 18-27.
- 21) **Charabidze D., Bourel B. 2007-***Entomologie médico-légale: les insectes au service de la justice*. *Insectes* 147: 29-32.
- 22) **Charabidze D. 2008-** *Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie medico-légale*. Thèse de Doctorat, Université de Lille 2,277 p.
- 23) **Charabidze D. 2010** –*Entomologie médico-légale : recherché et expertises*. Editions Universitaires Européennes, Paris, 180p.
- 24) **Charabidze D. 2012-** *La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale*. *Annales de la société entomologie de France*, **48**(3-4):239-252.
- 25) **Charabidze D. 2014** – *Insectes, cadavres et scènes de crime Principes et applications de l'entomologie médico-légale*. 1^{ère} édition : Paris, p.43-44.
- 26) **Coban E. 2009** – Edirne ILI Trakya universitesi Gullapoglu yerleskesi'nde adli entomoloji yunundern onem tasiyan diptera faunasinin les uzerinden toplanmasi ve taksonomik yonden incelemesi, Trakaya Universitesi, Trakya (Turquie), 91p.
- 27) **Cook D.F., Dadour I.R. 2011-** Larviposition in the ovoviviparous blowfly *Calliphora dubia*. *Medical and Veterinary Entomology*, **25**:53-57.

- 28) Day D.M., Wallman J.F. 2006 -Width as an alternative measurement to length for post mortem interval estimations from *Calliphora augur* (Diptera: Calliphoridae) larvae. *Forensic Science International* **159**: 158-167.
- 29) De Jong G. 1976 - A model of competition for food. I. Frequency-dependent viabilities. *The American Naturalist*, **110**: 1013-1027.
- 30) Dekeirsschieter J. 2012 – Etude des interactions entre l’entomofaune et un cadavre : approches biologique, comportementale et chemo-écologique du coleoptere necrophage, *Thanatophilus sinuatus* Fabricius (Col, *Silphidae*).Thèse de Doctorat, Université De Liege-Gembloux Agro-Bio Tech., 284p.
- 31) Dekeirsschieter J., Verheggen F.J., Gohy M., Hubrecht, F., Bourguignon L., Lognay G., Haubruge, E.(2012)- Comment les insectes communiquent-ils au sein de l’ecosystème” cadavre”? L’écologie chimique des insectes nécrophages et nécrophiles. *Entomologie faunistique- Faunistic Entomology*, **65**:3-13.
- 32) DeVault T.L., Rhodes O.E. et Shivik J.A. 2003-Scavenging by vertebrates: behavioural, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *Oikos***102**, p. 225-234.
- 33) Disney R.H.L. 2008-Natural history of the scuttle fly, *Megaselia scalaris*. *Annual Review of Entomology* **53**: 39-60.
- 34) Erzinclioglu Z.1996 - On the role of *Trichocera* larvae (Diptera: Trichoceridae) in the decomposition of carrion in winter. *The Naturalist* **105**: 133-134.
- 35) Fabre J.H. 1923- Souvenirs entomologiques. Delgrave Ed., Paris, 428 p.
- 36) Frederickx C., Dekeirsschieter J, François J. Verheggen et Haubruge E. 2011- L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes: *Faunisti Entomology***2011** (2010) **63** (4), 237-249.
- 37) Gagliano-Candela R. et Avantaggiato L. 2001-The detection of toxic substances in entomological specimens. *International Journal of Legal Medicine***114**, p. 197-203.
- 38) Gaudry E. 2002-Eight squadrons for one target: the fauna of cadaver described by J.P.Mégnin. *Proceeding of the First European Forensic Entomology Seminar*. 31-36.
- 39) Gaudry E., Dourel L., Chauvet B., Vincent B., Pasquerault T. 2007-L’Entomologie Légale : Lorsque Insecte Rime avec Indice. *Revue Francophone des Laboratoires* **392**: 23-32.
- 40) Gaudry E., Charabidze D et Gosselin, M. 2014 - Conclusion et perspectives en entomologie forensique. *In Insectes, Cadavres et scènes de crime ; Principes et applications de l’entomologie médico-légale*, Ed. De Boeck, pp 245-249.

- 41) **Gennard E.D. 2007-** Forensic Entomology: An Introduction. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England, p.244
- 42) **Gennard D. 2012** – Forensic entomology: An introduction. Ltd John Wiley and Son, London, p.248.
- 43) **Godoy W.A., Von Zuben C.J., Dos Reis S.F., Von Zuben F.J. 1996-** Theoretical estimates of consumable food and probability of acquiring food in larvae of *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, **91**:64-257.
- 44) **Gosselin M et coll. 2006-** Etude de cohorte Faible niveau de preuve.
- 45) **Goff, ML. 2009-** Early post mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavrs. *Experimental and Applied Acarology*.**49**: 21-36.
- 46) **Gruner S.V., Slone D.H., Capinera J.L. 2007-** Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. *Journal of Medical Entomology*, **44**:509-515.
- 47) **Greenberg B.1991-** Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, **28**:77-565.
- 48) **Grassberger M. 2002** – Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Science International*, **128**:177-182.
- 49) **Grassberger M., Freidrich E., Reiter C. 2003** - The blowfly *Chrysomya albiceps* (Weidmann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. *International Journal of Legal Medicine*, **117**:75-81.
- 50) **Grassberger M., Frank C. 2004** – Initial study of arthropods succession on pig carrion in a central European urban habit. *Journal of Medical Entomology*, **41**: 511-523.
- 51) **Guilhou J.J., Teot L. et Dereure O. 2003-** Plaies et cicatrisations : La *lucilia* thérapie. Société Française et Francophone des Plaies et Cicatrisations, Montpellier : Université Montpellier I.
- 52) **Gupta A. et Setia P. 2004-** Forensic entomology: Past, Present and Future. Aggrawal's Internet journal of Forensic Medicine and Toxicology **5**(1), p. 50-53.
- 53) **Gunn A., Bird J.2011-** The ability of the blowflies *Calliphora vomitoria* (Linnaeus), *Calliphoravicina* (Rob-Desvoidy) and *lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) and the muscid flies *Muscina stabulans* (Fallen) and ***Muscina prolapsa*** (Harris) (Diptera: Muscidae) to colonise buried remains. *Forensic Science International*, **207**:198-204.

- 54) **Hall R.D. 2001** - Perceptions and Status of Forensic Entomology. In: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds). *Forensic entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C. pp.1-15.
- 55) **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*, Vol. 2, p. 1-16. CRC Press, Boca Raton.
- 56) **Hamel K. 2011**- Contribution à L'étude de l'Influence de la température sur le développement des insectes nécrophages. Mémoire de Master. Université Mentouri Constantine, p.58.
- 57) **Hobson R.P. 1932**- Studies on the nutrition of blow-fly larvae: III. The liquefaction of muscle. *Journal of Experimental Biology*, **9**: 359-365.
- 58) **Horenstein M.B., Linhares A.X., De Ferradas B.R., Garcia D. 2010** – Decomposition and dipteran in pig carrion in central Argentina : ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, **24** (1) : 16-25.
- 59) **Introna F., Campobasso C.P., Goff M.L. 2001**- Entomotoxicology. *Forensic Sci. Int.* **120**: 42-47.
- 60) **Joplin K.H., Moore D.1999**- Effects of environmental factors on circadian activity in the flesh fly, *Sarcophaga crassipalpis*. *Physiology Entomology*, **24**:64-71.
- 61) **Klotzbach H., Krettek R., Bratzke H., Puschel K., Zehner R. et Amendt J. 2004**- The history of forensic entomology in German-speaking countries. *Forensic Science International* **144**(2-3), p. 259-263.
- 62) **Kulshrestha, P. et Satpathy D.k. 2001**- Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Science International*, **120**: 15-17.
- 63) **Leclercq M. 1978**- Entomologie et médecine légale. Datation de la mort. Collection de Médecine légale et de Toxicologie médicale n° 108, Masson, Paris, p.100.
- 64) **Leclercq M. et Verstraeten C. 1993** - Entomologie et Médecine légale : L'entomofaune des cadavres humains : sa succession par son interprétation, ses résultats, ses perspectives. *Journal de Médecine légale Droit Médical* **36**(3-4), p. 205-222.
- 65) **Liu S et Oflaherty** - Determinants of Maggot Aggregation Behavior in Carrion, 2008.<http://ysp.ucdavis.edu/Research06/lius/default.html>.
- 66) **Lopes de Carvalho L.M. 2010** - Toxicology and Forensic Entomology. InJ. Amendt, C.P. Campobasso, M. Lee Goff and M. Grassberger (éds.), *Current concepts in Forensic Entomology*, p. 163-178. Springer, London.

- 67) **Mayer A.C.G., Vasconcelos S.D. 2013** – Necrophagous beetles associated with carcasses in a semi-arid environment in Northeastern Brazil: Implications for Forensic Entomologie. *Forensic Science International*, **226**:41-45.
- 68) **Marchenko M. 1988** - Medico-legal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Acta Medical and Legal Society* **38**, p. 257-302.
- 69) **Marchenko M.I. 2001** - Medicolegal relevance of cadaver entomofaune for the determination of time of death. *Forensic Science International* **120**: 89-109.
- 70) **Màrquez-Grant N., Robert J. 2012** – Forensic ecology handbook: From crime scene to court. Wiley-Blackwell, Chichester, p. 272.
- 71) **Matuszewski S., Konwerski S., Szafalowicz M., Fratzczak K., Szpila K., Bajerman 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.
- 72) **Megnin J.P. 1894** - La faune des cadavres : application de l'entomologie à la médecine légale. *Encyclopédie scientifique des Aide-mémoires*, Masson et Gauthier-Villars, Paris, p.214.
- 73) **Merritt R.W., Wallace J.R. 2001**- The Role of Aquatic Insects in Forensic Investigations. In: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds). *Forensic entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C.177-222.
- 74) **Mougeat K, 2012**- L'entomologie forensique, thèse doctorat, France.
- 75) **Nabity P.D., Higley L.G. 2006**- Heng-moss TM. Effects of temperature on development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and use of developmental data in determining time intervals in forensic entomology. *Journal of Medical Entomology*, **43**: 1276-1286.
- 76) **Niederegger S., Pastuschek J. et Mall G. 2010**-Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies. *Forensic Science International* **199**, p. 72-78.
- 77) **Nuorteva P. 1977**- Sacrophagous Insects as Forensic Indicators. In: C.G. Tedeschi, W.G. Eckert, L.G. Tedeschi (éds.), *Forensic Medicine. A study in trauma and environmental hazards*, Vol. II, p. 1072-1095. Saunders, Philadelphia.
- 78) **Olivera-Costa J.et de Mello-Patiu C.A. 2004**- Application of forensic entomology to estimate of the post mortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicologie* **5**(1): 40-44.

- 79) Pastula E.C., Merritt R.W. 2013 – Insect Arrival Pattern and Succession on Buried Carrion in Michigan. *Journal of Medical Entomology*, **50** (2) :432-439.
- 80) Payne J.A. 1965 – A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecologie.*, **46** :592-602.
- 81) Sathe T.V. Sathe A., Sathe N.T. 2013 - Diversity of dipterous forensic insects from Western Maharashtra, India. *International Journal of Pharma and Bio Science*, **4**(2): 173-179.
- 82) Schroeder H., Klotzbach H., Prakash S. 2003 – Insects colonization of human corpses in warm and cold season. *Legal Medicine (Tokyo, Japan)*, **5**: 372-374.
- 83) Singh D., Sharma B.R. 2008 – Forensic Entomology: A supplement to Forensic death investigation. *JPAFMAT*; **8**(1): 26-33.
- 84) Smith K.G.V. 1986-A manual of Forensic entomology. British Museum Natural History, London, p.205.
- 85) Swift B. 2006 - The Timing of Death. In: Rutty G.N. (Ed.).Essentials of Autopsy Practice. Springer. London. p. 189- 214.
- 86) Szpila K. 2012 – Key for identification of European and Mediterranean blowflies (Diptera, Calliphoridae) of medical and veterinary importance – adult flies. In D. Gennard (éd), Forensic entomology: AN introduction, PP. 77-81. Willey – Blackwell, London.
- 87) Tantawi T.I., El-Kady E.M., Greenberg B., El-Ghaffar H.A. 1996 – Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*, **33**:566-580.
- 88) Tracqui A., Keyser-Tracqui C., Kintz P. et Ludes B. 2004-Entomotoxicology for the forensic toxicologist: much ado about nothing *International Journal of Legal Medicine***118**, p. 194-196.
- 89) Vanin S. Gherardi M. Bugelliet Di Paolo M. 2011- Insects found on a human cadaver in central Italy including the blowfly *Calliphora lloewi* (Diptera: Calliphoridae), a new species of forensic interest. *Forensic Science International***207**: e30-e33.
- 90) Van Emden H.F. 2013 - Handbook of Agricultural Entomology. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 366p.
- 91) Wahizatul A.A., 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 University Malaysia Terengganu, 11th- 13th July 2011, Kuala Terengganu (Malaysia), pp. 48-54.

- 92) Wall R., French N.P., Morgan K.H. 1993** - Sheep blowfly population control : Development of a simulation model and analysis of management strategies. *Journal of Applied Ecology*, **30:743-751**
- 93) Wallace J.R., Merritt R.W., Kimbarauskas R., Benbow M.E., McIntosh M. 2008-** Caddisfly cases assist homicide case: Determining a post-mortem submersion interval (PMSI) using aquatic insects. *Journal of Forensic Sciences* **53** (1): 1-3.
- 94) Williams H. 1984-** A model for the aging of fly larvae in forensic entomology. *Forensic Science International* **25**: 191-199.
- 95) Wyss C., Cherix D. 2006** - *Traité d'Entomologie forensique-les insectes sur la scène du crime*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, p. 317.
- 96) Wyss C., Cherix D. 2013-** *Traité d'Entomologie Forensique : Les insectes sur la scène du crime*. Presses Polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne, 317p.

Annexe I

1- Equipements :

a) Enceinte climatique à température et humidité contrôlé (BINDER) :

Cet équipement est menu d'un système électronique de contrôle de la température, l'humidité et l'éclairage.



b) Stéréo microscope Zeiss Stemi 2000-C :

Capacité de grossissement jusqu'à 100 fois avec caméra de haute définition (HD, 5 méga pixel). Utiliser pour l'identification des insectes (adulte et immature).



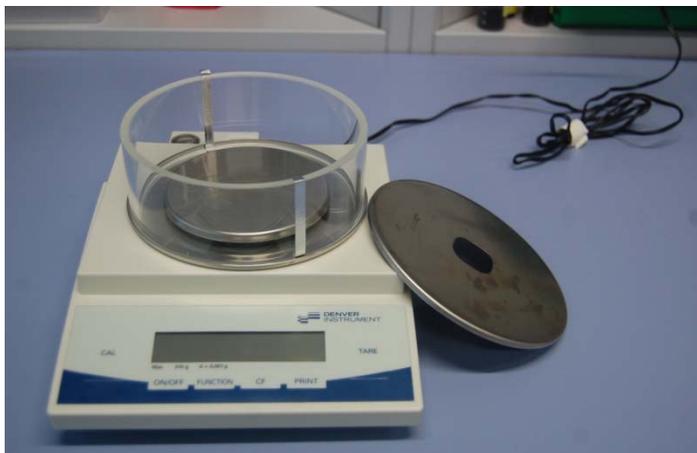
c) La loupe :**d) Congélateur (Salle de la morgue) :**

Utilisés pour la conservation de la viande (pour stimuler la ponte), du substrat nutritif et pour assommer les mouches adultes afin de leur transfert et leur identification.



e) Deux mini frigos :

L'un réglé à -8°C et l'autre à -20°C .

**f) La balance :**

2- Instruments :

a) **Les pinces** : utiliser pour la récolte des œufs, des larves et des adultes.



b) **Piège**



a) **La cage d'insectes :**



3- Consommable :

- a) **Papier essuie tout avec désinfectant** : utiliser pour nettoyer et désinfecter de la surface de travail.



- b) **Boîte de pétri** : utiliser pour différents usages (la récolte des œufs, le transport des adultes ; mettre la nourriture (par exemple l'eau, sucre...etc.) et pour préparer les cachettes.



- c) **Gants jetables** :



4- Protocol expérimental :

a) Préparation des boîtes d'incubation

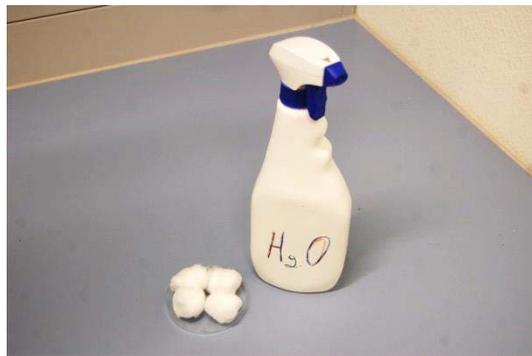


- Les boîtes d'incubation



b) Transfert des larves sur le substrat nutritif :

- Stimulation pour la ponte :



- **Cage d'insectes** : utilisé pour l'élevage des mouches.



5. Conduite d'élevage :

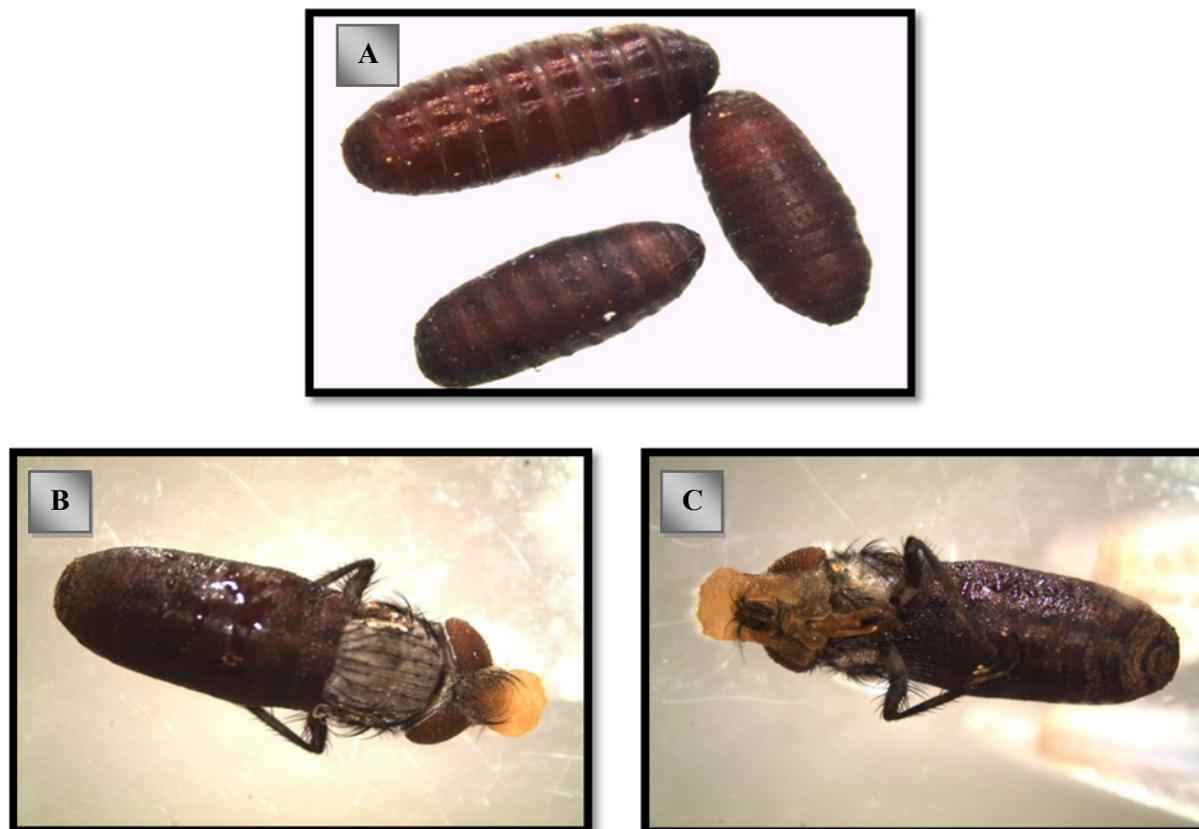


Figure 14 : A : des pupes, B : émergence d'adulte vue du haut C : émergence d'adulte vue du bas (originale).



Figure 48 : le parasite hyménoptère *Nasonia vitripennis* (originale).

Annexe II : Critères d'identifications

- Clé d'identification (Szpila, 2012)

Key for identification of E&M blowflies, adults

Key

1. – stem-vein (Fig. 4) bare above 2
– stem-vein haired above (Fig. 4) 3 (*Chrysomyinae*)
2. – thorax non-metallic, dark (Figs 90-94); lower calypter with hairs above (Figs 7, 15)
..... 7 (*Calliphorinae*)
– thorax bright green metallic (Figs 100-104); lower calypter bare above (Figs 8, 13, 14)
..... 11 (*Luciliinae*)
3. – genal dilation (Fig. 2) whitish or yellowish (Figs 10-11) 4 (*Chrysomya* spp.)
– genal dilation (Fig. 2) dark (Fig. 12) 6
4. – anterior wing margin darkened (Fig. 9), male genitalia on figs 52-55
..... *Chrysomya marginalis*
– anterior wing margin transparent (Fig. 1) 5
5. – anterior thoracic spiracle yellow (Fig. 10), male genitalia on figs 48-51
..... *Chrysomya albiceps*
– anterior thoracic spiracle brown (Fig. 11), male genitalia on figs 56-59
..... *Chrysomya megacephala*
6. – upper and lower calypters bright (Fig. 13), basicosta yellow (Fig. 21) *Phormia regina*
– upper and lower calypters dark brown (Fig. 14), basicosta black (Fig. 22)
..... *Protophormia terraenovae*
7. – one pair of acrostichal bristles on postsutural area, abdomen shining blue without
microtrichosity (Fig. 94) *Cynomya mortuorum*
– three pairs of acrostichal bristles on postsutural area (Fig. 3), abdomen shining blue with
weak microtrichosity (Fig. 90-93) 8 (*Calliphora* spp.)
8. – upper and lower calypters predominantly white-yellowish (Fig. 7), male genitalia on figs 32-
35 *Calliphora subalpina*
– upper and lower calypters predominantly black (Fig. 15) 9
9. – facial ridges, mouth edge, and anterior part of genal dilation orange (Fig. 18); basicosta
yellow (Figs 16, 21), male genitalia on figs 36-39 *Calliphora vicina*
– facial ridges, mouth edge, and anterior part of genal dilation dark (Figs 19-20); basicosta
black 10

Key for identification of E&M blowflies, adults

10. – postgena and lower part of genal dilation with black hairs (Fig. 20), male genitalia on figs 28-31 *Calliphora loewi*
 – postgena and lower part of genal dilation with orange hairs (Fig. 19), male genitalia on figs 40-43 *Calliphora vomitoria*
11. – basicosta bright yellow (Figs 16, 21), male genitalia on figs 82-85 *Lucilia sericata*
 – basicosta brown or black (Fig. 22) 12
12. – three pairs of acrostichal bristles on postsutural area (Fig. 3), palpus brown to black (Fig. 24) *Lucilia silvarum*
 – two pairs of acrostichal bristles on postsutural area, palpus yellow (Figs 25-26) 13
13. – coxopleural streak absent, male genitalia on figs 68-71 *Lucilia ampullacea*
 – coxopleural streak present (Fig. 27) 14
14. – male: surstyli slender, gradually tapered to sharp tip (Figs 77, 78); female: tergite VI straight in lateral view (Figs 6, 80) *Lucilia illustris*
 – male: surstyli stout, abruptly narrowed at tip (Figs 72, 73); female: tergite VI convex in lateral view (Fig. 75) *Lucilia caesar*