

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université –Blida 1**  
**Faculté des Sciences de la Nature et la Vie**  
**Département de Biologie des Populations et des Organismes**



**Mémoire de fin d'études**  
**En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie**  
**Option : Entomologie médicale**

**Thème :**

*Identification et étude de la succession des Diptères nécrophages sur  
deux Cadavres de sangliers *Sus scrofa* (Linnaeus, 1815) manipulés dans  
la station vétérinaire de l'université de Blida*

**Présenté par :**

*M<sup>elle</sup>* FEKIRI YASMINE

**soutenu le :**

18 décembre 2014

**Devant le jury :**

<i>M<sup>me</sup></i> KARA.	Maitre de conférences A	UB 1	Présidente
<i>M<sup>me</sup></i> TALEB M.	Master II	UB 1	Examinatrice
<i>M<sup>me</sup></i> SAIGHI H.	Maitre Assistante A	UB 1	Examinatrice
<i>M<sup>me</sup></i> TAIL G	Maitre de Conférences A	UB 1	Promotrice
<i>M<sup>R</sup></i> TOUMI M.	Chef de laboratoire	I NCC	Co-promoteur

**Année Universitaire 2013/2014**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à toute la famille Fekiri ainsi que la famille Hachemi.*

*« A toi mon grand père, même si tu es parti avant de partager cette joie avec moi. Je te dédie ce travail pour toutes les années de bonheurs et les beaux souvenirs que j'ai gardés de toi. »*

*A mes parents, ma sœur, mon beau frère et à mon petit ange Lamis.*

## REMERCIEMENTS

*Au début tout me paraissait confus, difficile et inabordable mais tout n'était que du plaisir pour moi arrivée a mes fins.*

*Pour cela je ne pourrai clôturer mon mémoire sans remercier Dieu, Allah le tout puissant qui m'a donné la force, le courage, la bonne santé morale et physique pour finir ce travail.*

*Je n'oublierai pas d'exprimer ma reconnaissance et mes remerciements à ma Maman, pour ses sacrifices, ses encouragements, pour son temps et son aide merci d'avoir cru en moi.*

*Je n'oublierai pas d'exprimer ma reconnaissance et les chaleureux remerciements à Mon Papa, pour ses sincères efforts qui m'ont facilité le travail.*

*Mes meilleurs sentiments de reconnaissances à ma promotrice Mme. Tail .G Maitre de conférences au département de biologie de l'université de Blida, pour son soutien ses orientations et ses précieux conseils.*

*J'exprime mes vifs remerciements à Mr Toumi M. pour m'avoir aidée, éclairée, conseillée.*

*Je n'oublierai pas d'exprimer ma reconnaissance et les chaleureux remerciements à Mr Djadouani B, pour ses sincères efforts qui m'ont facilité le travail.*

*A toute l'équipe du laboratoire d'Entomologie de l'INCC-GN, pour leur l'accueil, leur confiance et leur aide.*

*Je tien à remercier aussi :*

*Notre présidente du jury Mme Kara, Maitre de conférences au département de biologie de l'université de Blida, pour nous avoir fait honneur de présider le jury.*

*Nos examinatrices Mme Saighi maitre assistante au département de biologie de l'université de Blida et Mlle Taleb.*

*J'exprime mes vifs remerciements à Mr Brahim errahmani. Pour m'avoir aidé, éclairé, conseillé.*

*Je remercie aussi Mr Charabidze Damien, Maitre de conférences a l'université de LILLE 2, France pour son aidé et ses précieux conseils.*

*Bien entendu je ne pourrai clôturer mon mémoire sans remercier profondément mes amies et collègues de Master Entomologie Médicale promo (2013-2014), pour leur soutien moral, leur aide, leur encouragement, pour nos souvenirs et nos moments passés ensemble.*

*Enfin un grand merci à tout les gens qui m'ont soutenue de près ou de loin au cours de la réalisation de ce travail.*

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Classification Des facteurs affectant la vitesse de décomposition d'un cadavre d'après (Mann et <i>al.</i> , 1990 ; Haglund et Sorg, 1997).....	11
<b>Tableau 2</b> : Evolution des escouades sur le cadavre a l'air libre D'après Leclercq (1993).....	14
<b>Tableau 3</b> : Evolution des escouades sur le cadavre inhumé d'après Leclercq (1993).....	15
<b>Tableau 4</b> : Durée (heures) des décompositions des deux sangliers (Du 23 Mars jusqu'au 23 Avril 2014).....	39
<b>Tableau 5</b> : Les étapes de décomposition du sanglier 01 selon la température, taux de précipitations et la vitesse du vent enregistré sur le site.....	40
<b>Tableau 6</b> : Les étapes de décomposition du sanglier 02 selon la température, taux de précipitations et la vitesse du vent enregistré sur le site.....	40
<b>Tableau 7</b> : Les résultats des prélèvements et identification des adultes Diptères issus de l'élevage.....	41
<b>Tableau 8</b> : Nombre des individus par espèces identifié issus de l'élevage.....	48
<b>Tableau 9</b> : Délai de l'émergence des Diptères après le calcul des médianes.....	49
<b>Tableau 10</b> : Foisonnement de toutes les espèces trouvées sur les deux cadavres.....	49
<b>Tableau 11</b> : Les effectifs totaux et l'abondance relatifs des larves selon les deux Sangliers (cadavres).....	49
<b>Tableau 12</b> : Abondance absolue des individus capturés des pièges du sanglier 01.....	51
<b>Tableau 13</b> : Abondance absolue des individus capturés des pièges du sanglier 02.....	51
<b>Tableau 14</b> : Calcule de L'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 01 ( <i>Lucilia sericata</i> ).....	55
<b>Tableau 15</b> : Calcule de L'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 01 ( <i>Calliphora vicina</i> ).....	56
<b>Tableau 16</b> : Calcule de L'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 02 ( <i>Lucilia sericata</i> ).....	58
<b>Tableau 17</b> : Calcule de L'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 02 ( <i>Calliphora vomitoria</i> ).....	59
<b>Tableau 18</b> : Relevé météorologique de Blida (1987- 2013). ....	Annexe II
<b>Tableau 19</b> : Valeur du quotient pluviométrique de Blida.....	Annexe II
<b>Tableau 20</b> : La température, le taux d'humidité répertorié au cours de l'expérimentation .....	Annexe III

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Schéma des processus naturels d'évolution du corps.....	10
<b>Figure 2</b> : Cycle de développement holométabole d'un Diptère.....	19
<b>Figure 3</b> : Institut de Criminalistique et de la Criminologie de la Gendarmerie Nationale....	24
<b>Figure 4</b> : Site expérimentale (station vétérinaire) à l'université de Blida.....	25
<b>Figure 5</b> : Sanglier 01 vidé de ces organes internes.....	27
<b>Figure 6</b> : Les différentes étapes de carbonisation du cadavre 2.....	28
<b>Figure 7</b> : Filet fauchoir.....	28
<b>Figure 8</b> : Collecte manuelle des insectes.....	29
<b>Figure 9</b> : Piège aériens suspendu à l'intérieure de la cage.....	29
<b>Figure 10</b> : Piège barber placés tout autour de la cage.....	30
<b>Figure 11</b> : Piège récipient jaune placé juste à coté du cadavre.....	30
<b>Figure 12</b> : Prélèvement des insectes des pièges.....	31
<b>Figure 13</b> : Les étapes pour la réalisation de l'élevage des larves.....	31
<b>Figure 14</b> : L'épinglage de Diptère.....	33
<b>Figure 15</b> : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Blida (1987-2013)....	36
<b>Figure 16</b> : Bioclimatique de la région de Blida selon le climatogramme d'Emberger.....	36
<b>Figure 17</b> : Sanglier 01 au stade frais.....	37
<b>Figure 18</b> : Sanglier 02 au stade frais.....	37
<b>Figure 19</b> : Sanglier 02 au stade gonflé.....	38
<b>Figure 20</b> : le stade pourri, sanglier 01 et 02.....	38
<b>Figure 21</b> : Sanglier 01 et sanglier 02 au stade desséché.....	39
<b>Figure 22</b> : Durée (heures) de chaque stade de décomposition des deux sangliers.....	39
<b>Figure 23</b> : <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	42
<b>Figure 24</b> : <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	43
<b>Figure 25</b> : <i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	43

<b>Figure 26 :</b> <i>Calliphora vicina</i> (Linnaeus, 1758) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	44
<b>Figure 27 :</b> larve de <i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	44
<b>Figure 28 :</b> larve de <i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	45
<b>Figure 29 :</b> larve de <i>Calliphora vicina</i> (Linnaeus, 1758) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	45
<b>Figure 30 :</b> <i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826) (Diptera : <i>Calliphoridae</i> ).....	46
<b>Figure 31 :</b> groupe d'espèce <i>Wohlfahrtia nuba</i> (Wiedemann, 1830) (Diptera: <i>Sarcophagidae</i> ).....	47
<b>Figure 32 :</b> <i>Sarcotachina umbrinervis</i> (Villeneuve, 1910) (Diptera : <i>Sarcophagidae</i> ).....	47
<b>Figure 33 :</b> Répartition des diptères issus de l'élevage selon les deux sangliers.....	50
<b>Figure 34 :</b> abondance relative des espèces de diptères issus de l'élevage.....	50
<b>Figure35 :</b> abondance absolue des espèces capturées sur le sanglier 01selon les stades de décomposition.....	53
<b>Figure36 :</b> abondance absolue des espèces capturées sur le sanglier 02 selon les stades de décomposition .....	53

## Résumé

Lors de la découverte d'un cadavre, les enquêteurs ont besoin de déterminer précisément la date et l'heure du décès. La médecine légale doit fournir cette information grâce à l'étude des caractéristiques du cadavre et de son état de décomposition. Cependant, ces techniques ne sont efficaces que durant une courte période, passé quelques jours après le décès.

L'estimation de l'intervalle post-mortem (IPM) devient délicate et imprécise. Dans ce cas, il est possible de recourir à l'entomologie médico-légale.

Actuellement en Algérie, on ne possède toujours pas de données de ces insectes. Pour cela nous nous sommes intéressés à étudier l'entomofaune nécrophage associée aux deux cadavres de sangliers *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) dans la région de Blida du mois dans la saison printanière. Les deux ont été tués par balle par la suite un a été vidé de ces organes internes et l'autre brûlé.

Nos analyses ont été réalisées au laboratoire de l'INCC-GN et Les données climatiques ont été enregistrées. Des adultes et des larves ont été collectés, le calcul de l'IPM a été réalisé par la méthode de degrés jours accumulés.

La vitesse de décomposition des deux cadavres était nettement différente, le sanglier vidé de ces organes internes s'est réduit au stade squelettique au bout de 15 jours par rapport au sanglier brûlé qui a mis un mois pour arriver à ce stade.

L'abondance de la faune cadavérique s'est caractérisée par un appauvrissement dans la variété des espèces et des ordres de Diptères.

Un total de 763 individus capturés, ont été identifiés appartenant tous au à l'ordre de Diptera et répartis en deux familles *Calliphoridae* et *Sarcophagidae*.

Les espèces les plus représentatives chez le cadavre 01 étaient *Calliphora vomitoria* (51,80%), *Lucilia sericata* (7,20%) et *calliphora vicina* (32,88%). Pour le cadavre brûlé l'espèce la plus abondante été *Calliphora vomitoria* (93,58%).

Les calculs de l'IPM ont donnés une estimation exacte de la date de la mort.

Ainsi les résultats obtenus dans cette étude peuvent nous aider à améliorer nos connaissances fondamentales et à comprendre la relation existante entre la diversité de l'entomofaune nécrophage et l'état du cadavre (brûlé, vidé de ces organes internes).

**Mots- clés :** entomologie médico-légale, cadavre, Diptère nécrophage, intervalle post-mortem.

## Abstract

When a corpse is discovered, investigators need to determine the exact date and time of death. Forensics must provide this information by studying the characteristics of the body and its decomposition. However, these techniques are only effective for a short time, a few days spent after death.

The estimation of postmortem interval (PMI) becomes difficult and imprecise. In this case, it is possible to use forensic entomology.

Currently in Algeria, we still have no data of these insects. Therefore, we are interested in studying insect fauna associated with two carcasses scavenger wild boar *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758). Both were shot, one of them was emptied of its internal organs and burned the other was . They were placed in the same region (Blida) and exposed to the same weather conditions. Experimental models were protected by a metal cage

Our analyzes were performed at the laboratory of the NCIC-NG. Climate data were recorded. Adults and larvae were collected, calculation the IPM was performed by the method of accumulated degree-days.

The rate of decomposition of the two bodies was markedly different, wild boar emptied of the internal organs was reduced to skeletal stage after 15 days compared to the boar that has burned a month to arrive at this stage.

The abundance of cadaveric fauna was characterized by a loss in the variety of Diptera.

A total of 763 individuals were captured and identified, all belonging to the same order (Diptera) and divided into two *Calliphoridae* and *Sarcophagidae* families.

The species most representative among the carrion were 01 *Calliphora vomitoria* (51.80%), *Lucilia sericata* (7.20%) and *Calliphora vicina* (32.88%). For the corpse burned the most abundant species was *Calliphora vomitoria* was (93.58%).

The IPM calculation has given an accurate estimation of the date of death.

Thus the results of this study can help us improve our fundamental knowledge and understand the relationship between the diversity of insect fauna necrophagous and the condition of the corpse (burned, drained of the internal organs).

**Keywords:** forensic entomology, corpse, Diptera insect, postmortem interval.

## الملخص

عند اكتشاف جثمان ما، يذهب المحققون الشرعيون بالتدقيق لتحديد توقيت الوفاة. الطب الشرعي يوفر لنا هاته المعلومة بدراسة مميزات الجثة وبالنظر لمستوى تحللها، في حين، تلك التقنيات فعالة فقط في مدة زمنية قصيرة، لا تتعدى بضعة أيام بعد الوفاة. تقديرات المدى الزمني ما بعد الوفاة «post-mortem» تصبح معقدة وغير دقيقة في هذه الحالة، وصار بالإمكان اللجوء الى علم الحشرات الجنائي.

حاليا في الجزائر، لا زلنا لا نمتلك بيانات او معلومات تخص هذا النوع من الحشرات، لهذا لجأنا إلى دراسة الأوتوموفونا (الحياة البرية الحشرية) لآكلات الجيف، لجثتي اثنين من الخنازير من صنف *Sus scrofa*. تم قتلها بالرصاص، أفرغنا الأول من أحشائه وقمنا بحرقا لآخر، بعد ذلك تم وضعهما في نفس المنطقة (البلدية)، ليخضعا لنفس الظروف المناخية، الأليات التجريبية تمت احاطتها بقفص حديدي للحماية.

قمنا بإجراء التحاليل المخبرية في المخبر التابع للمعهد الوطني للأدلة الجنائية وعلم الاجرام بالجزائر العاصمة، كل البيانات المناخية سجلت أيضاً، بعد جمع اليرقات والبالغات من الحشرات المدروس عليها، للسماح لنا بحساب المدى الزمني اليومي لما بعد الوفاة. سرعة تحلل الجثتين كانت مختلفة بوضوح، ظهور البنية العظمية للخنزير الذي أفرغت احشائه في مدة زمنية لا تتعدى ال 15 يوماً في حين طالت المدة الزمنية لتصل الى شهر بالنسبة للخنزير الثاني للوصول لتلك المرحلة.

تميزت الأوتوموفونا في جثة الخنزير بالوفرة، لكن افترقت لأصناف ورتب ذوات الجناحين \*ديبتيرا\* حيث، امسكنا ب 763 فرد، بعد تحديد هوياتها تنتمي كلها لنفس الرتبة المذكورة \*ذوات الجناحين\*. ومنقسم لفصيلتين *Calliphoridae* و *Sarcophagidae*.

الأنواع النمطية الأكثر حضوراً في الجثة الأولى *Calliphoridae*.  
*Calliphora vicina* (32,88%) *Lucilia sericata* (7,20%) *vomitore* (51,80%)، بالنسبة للجثة المحروقة

النوع النمطي الأكثر شيوعاً هو *Calliphora vomitoria* (93,58%).  
لقد أعطت نتائج حسابات ال PM تقديرات دقيقة وصحيحة تقريباً لتاريخ الوفاة. وهكذا فإن نتائج هذه الدراسة يمكن أن تساعدنا في تحسين المعرفة الأساسية لدينا، وفهم العلاقة بين تنوع الأوتوموفونا الحشرات المحبة للجيف والحالة الفيزيولوجية للجثة (محروقة، او مفرغة من أحشائها).  
الكلمات المفتاحية: علم الحشرات الجنائي، جثة، حشرات آكلات الجيف، المدى الزمني ما بعد الوفاة



## LISTE DES ABREVIATIONS

**ADD:** Accumulated degree days.

***C. vicina:*** *Calliphora vicina*.

***C. vomitoria:*** *Calliphora vomitoria*.

**E :** est.

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

**etc :** et cetera

**h:** heures

**INCC-GN :** Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie.

**IPM:** Intervalle *post-mortem*.

**Kg:** kilogramme.

**Km:** Kilomètre

***L. ampullacia:*** *Lucilia ampullacia*.

***L. sericata:*** *Lucilia sericata*.

***L. silvarum:*** *Lucilia silvarum*.

**m:** mètre.

**mm:** millimètre.

**N:** nord

**Q:** quotient pluviométrique d'Emberger.

**Tp:** température.

**°:** degré.

**°C:** degré Celsius.

**%:** pour cent.

**∑:** somme.

## GLOSSAIRE

**Acarien** : arachnide faisant partie d'un ordre aux nombreuses espèces, comprenant de petits animaux (quelques millimètres au plus), dont certains sont parasites, comme le sarcopte de la gale, l'aoûtat ou trombidion, la tique, *etc.*

**Adipocire** : ou gras de cadavre est le nom que l'on donne au gras d'un cadavre qui s'est transformé en une substance savonneuse grise blanchâtre. Elle résulte de la saponification du cadavre qui se produit dans certaines conditions bien spécifiques d'humidité et de froid. Ces cas sont rares. Le corps ressemble alors à une statue de cire. Il n'y a alors aucune décomposition ni odeur de décomposition.

**Brachycère** : Brachycera, est un sous-ordre d'insectes Diptère qui comprend les mouches muscoïdes aux antennes courtes (du grec *brachy* signifiant "court" et *ceros* "corne"). Les antennes sont formées de 3 articles ; le dernier article porte une longue soie, nommée arista, ou bien un style plurisegmenté.

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

**Holométabole** : qualifie les insectes chez qui le passage de l'état de larve à l'état adulte se fait par la transition d'un état de nymphe. Les larves et les adultes de ces insectes ont, en général, une morphologie et écologie très différentes.

**IPM** : (Intervalle *post-mortem*) est le temps écoulé entre le décès et la découverte du cadavre.

**Larviposition** : le fait de déposer des larves mobiles.

**Lividité Cadavérique** : (ou *livor mortis*) est une coloration rouge à violacée de la peau liée à un déplacement passif de la masse sanguine vers les parties déclives du cadavre, qui débute dès l'arrêt de l'écoulement du sang.

**Myiases** : ensemble des troubles provoqués par la présence dans un corps humain ou animal de larves de diptères parasites des familles *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Cuterebridae*, *Muscidae*.

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

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

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

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

**Oviposition** : le fait de déposer les œufs à un certain endroit.

Hyménoptères parasites, proches des guêpes) déposent leurs œufs dans les endroits les plus favorables à leur incubation.

**Ovovivipare** : une espèce est ovovivipare lorsque les œufs incubent et éclosent dans le ventre de la femelle, à l'intérieur de son tractus génital ou au sein de sacs d'incubation.

**Parasite** : organisme vivant au dépend d'un hôte.

**Parasitoïde** : effectue la totalité de son développement aux dépens d'un seul individu hôte conduisant à la production d'adultes de taille inférieure à celle de l'insecte consommé.

**Péristome** : ouverture située dans la tête d'une mouche, dans laquelle la trompe vient se loger lorsqu'elle est rentrée.

**Prédateur** : espèce qui a besoin de plusieurs proies pour se nourrir et effectuer la totalité de son développement.

**Pupe** : phase intermédiaire entre le dernier stade larvaire et l'imago (adulte). Elle se compose d'une enveloppe rigide, le puparium, à l'intérieur duquel la larve va se métamorphoser. Le puparium se forme à partir de la dernière mue larvaire qui ne sera pas expulsée, mais qui va se rigidifier et ainsi créer une structure protectrice pour l'insecte. Le stade pupe est une phase longue et immobile où l'insecte est vulnérable. On retrouve donc le plus souvent les pupes à distance du cadavre (0-5 mètres), dans le sol ou au niveau d'obstacles (souches, roches, *etc.*).

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

**Ptilinum** : sac frontal érectile des insectes Diptères cycloraphes, à l'aide duquel ils font sauter le couvercle de leur enveloppe nymphale.

**Rigidité cadavérique** : (ou *rigor mortis*) est un enraidissement progressif de la musculature causé par des transformations biochimiques irréversibles affectant les fibres musculaires au cours de la phase *post-mortem* précoce. Cet état disparaît habituellement lorsqu'apparaît la putréfaction c'est-à-dire au bout de deux à quatre jours selon les circonstances.

**Sarco-saprophages** : sarco vient du grec *sarx* signifiant chair, et de *sapros*, qui se traduit par pourri. Se dit d'un animal qui se nourrit sur un cadavre en consommant la matière organique en décomposition et/ou en y chassant les autres animaux présents.

**Vivipare** : animal dont les progénitures viennent au monde entièrement développés.

**Sommaire :**

Introduction .....	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
I : Généralité sur l'entomologie médico-légale.....	3
1-Historique.....	3
2- l'Entomologie forensique.....	4
2-1 Définition.....	4
2-2 Utilité.....	4
2-2-1-Datation de la mort par les méthodes entomologique.....	5
2-2-2 Enfants et personnes âgées maltraités.....	5
2-2-3 Entomotoxicologie.....	5
2-2-4 ADN et l'entomologie forensique.....	6
2-2-5 Extraction de résidus de poudre.....	7
2-2-6 L'entomologie urbaine et l'entomologie des denrées stokées.....	7
3-Les étapes de décomposition et de colonisation d'un corps sans vie.....	8
3-1- Définition de la mort.....	8
3-2-Processus de décomposition d'un corps.....	8
3-3-Processus de colonisation du corps par les insectes nécrophages :	
les escouades.....	10
3-3-1- Role des insectes.....	10
3-3-2- les escouades.....	13
4- Les Diptères nécrophages.....	16
4-1-Les Diptères.....	16
4-2-Les différentes familles de diptères nécrophages.....	16
4-3- Détection d'un corps et déclenchement des pontes.....	18
4-4- développement des larves de diptères nécrophages sur un corps.....	19
4-5- Grégarisme et augmentation locale de température.....	20
4-6- Alimentation et compétition inter-individuelle.....	21

II : Datation de la mort par les méthodes entomologiques.....	22
1- l'intervalle poste mortem IPM.....	22
2- Calcul du cycle de développement des premiers insectes colonisant le cadavre.....	22

## PARTIE EXPERIMENTALE :

I. Présentation du lieu de stage.....	24
II. site expérimentale et synthèse climatique.....	25
III. Matériel et Méthodes.....	26
III.1.Matériel.....	26
III.2.Méthodes de travail.....	26
III.2.2.Piégeage.....	28
III.2.3.Prélèvement et conservation.....	30
III.2.4. Elevage des larves.....	31
III.2.5.Préparation des spécimens.....	32
III.2.6.Identification des larves et des insectes adultes.....	33
III.2.7.Estimation de l'intervalle post-mortem.....	34
III.2.8.Analyse statistique.....	35

## RESULTATS :

I. Synthèse climatique.....	36
II. Stade de décomposition.....	37
III. Identification des espèces capturées.....	40
IV. Succession des insectes capturés.....	51
V. Estimation de l'IPM.....	54

DISCUSSION.....	60
-----------------	----

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

# Introduction

## Introduction

Les cadavres sont des écosystèmes fugaces où la vie explose. Une sorte de vie qui n'inspire à la plupart d'entre nous que le dégoût. Pourtant, s'ils sont parfois vecteurs d'infections graves, les insectes nécrophages sont aussi d'utilité « Eboueurs » susceptibles de devenir aussi les précieux auxiliaires de la justice et, pour certains, de la médecine.

Ainsi le cadavre constitue pour ces différentes espèces un substrat nourricier, un site de reproduction, un refuge ou encore un territoire idéal bien que fluctuant au rythme de processus de décomposition. Parmi les insectes nécrophages, deux ordres sont largement présents sur les carcasses animales en décomposition, les diptères et les coléoptères (Catts *et* Goff, 1992 ; Hall, 2001 ; Hall *et* Huntington, 2009 ; Frederickx *et al.*, 2013 ; Moretti *et al.*, 2013).

Lorsqu'une personne décède les principales tâches du médecin légiste seront de déterminer la cause ou les causes du décès mais également le moment du décès. Après les premiers 72 heures, le médecin légiste n'a plus, en sa possession, de méthode fiable permettant d'estimer le moment du décès, si ce n'est l'utilisation de l'entomofaune avec l'aide d'un entomologiste (Benecke, 2004 ; Sabonaglu, 2010). La discipline étudiant la colonisation d'un cadavre par les insectes se nomme l'entomologie forensique, on parle également d'entomologie criminelle, judiciaire, légale ou encore médico-légale (Campobarro *et al.*, 2001).

L'entomologiste forensique aura pour but de « faire parler » les insectes présents sur un

Cadavre. Il pourra estimer l'intervalle de temps depuis la mort de l'individu et ce, jusqu'à plusieurs mois après le décès (Amendt *et al.*, 2004). Il pourra rendre compte d'une manipulation du cadavre si une espèce d'insecte, ayant une répartition géographique étrangère à la scène du crime, est retrouvée mais il pourra également, à l'aide d'examen toxicologiques sur les insectes et leurs larves, déterminer la présence de drogues ou d'un tout autre toxique (Amendt *et al.*, 2004).

Étant donné que les insectes (et leur succession) peuvent varier en fonction des différentes régions biogéographiques et dans différents habitats écologiques (Amendt *et al.*, 2000 ; Campobasso *et al.*, 2001). Il est intéressant d'apporter de nouvelles informations concernant le biotope de Blida de plus, l'augmentation des crimes où le corps a été soit brûlé soit vidé de ses organes nous a poussé à se poser des questions sur la fiabilité de l'intervalle post-mortem calculé après une telle manipulation du corps.

Cette expérimentation aura donc pour but de mettre en évidence un lien entre l'absence d'organe et la carbonisation d'un corps et la colonisation de ces derniers par les insectes d'intérêt forensique. Pour ce faire, deux sangliers sauvages *Sus scrofa* (Linnaeus 1758) ont été préalablement abattus par une balle d'un fusil de chasse à canon lisse calibre 12/70 ensuite on a brûlé l'un et vidé l'autre complètement de l'intérieur.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons effectué un travail constitué de deux parties :

Partie terrain :

- Examiner les cadavres un jour sur deux pendant toute la durée expérimentale.
- Enregistrer les conditions climatologiques sur le terrain et récupérer les données climatologiques du mois des stations météorologiques les plus proches de notre site expérimental.
- Noter des observations sur le processus de décomposition des cadavres.
- Collecter les insectes retrouvés sur et autour des deux cadavres.
- Prélever les échantillons de larves sur les deux cadavres.

Partie laboratoire dont les activités principales sont :

- Identifier les insectes collectés sur le terrain.
- Réaliser des élevages des stades immatures des insectes prélevés.
- Contrôler les boîtes d'élevage et récupérer le premier adulte émergé pour calculer l'intervalle poste-mortem.

# Partie

# Bibliographique

### I- Généralité sur l'entomologie médico-légale

#### 1-Historique :

L'entomologie légale « forensique » a toujours existé dans la vie de l'homme d'une façon volontaire et involontaire.

Les premières représentations de la mort et de l'insecte ont été observées il y a 36000 ans en Mésopotamie dans des écritures cunéiformes figées dans de l'argile, avec des mentions de mouches ou bien des corps colonisés par des vers sans que la relation entre ces colonisations des mouches soit établie (Douvelet Gaudry, 2009).

Puis l'histoire a marqué à tout jamais la première affaire criminelle résolue à l'aide des insectes, elle remonte au XIII<sup>ème</sup> siècle en Chine. Un homme de loi « Sung » enquête sur un meurtre commis à l'aide d'une arme blanche. L'enquêteur demande aux suspects de présenter leur faucille (l'arme utilisée dans le meurtre) des minuscules traces de sang auraient attirés des Diptères de la même famille retrouvés sur le corps de la victime. Le suspect est vite arrêté et avoue son homicide (Benecke, 2001 ; Amendt et al, 2004 ; Gennard 2012 ; Sathe et al 2013, Taleb, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

Au XVIII<sup>ème</sup> les européens ont commencé à étudier le problème de la colonisation de la viande par les mouches et leurs larves dans le cadre d'une controverse scientifique sur la génération spontanée.

En 1671, Redi Francisco se lance, dans une série d'expériences sur la question des générations spontanées et arrive à démontrer que les larves observées sur la viande provenaient des pontes de mouches (Charabidze, 2012).

L'une des premières publications d'entomologie médico-légale en Europe est attribuée au docteur Bergret, en France 1850 (Bergret, 1855 ; Megnin, 1894 ; Benecke, 2001 ; Gennard, 2012 ; Sathe et al, 2013 ; Taleb, 2013). Il a étudié la présence des insectes sur un cadavre d'un nouveau-né découvert derrière une cheminée, cette étude a permis d'innocenter les nouveaux propriétaires.

Par la suite cette discipline a connu un véritable développement grâce à Megnin et son étude sur la faune des cadavres (Megnin, 1894).

D'autres études expérimentales ont vu le jour dans la moitié du XX<sup>ème</sup> siècle mais cette fois sur des animaux comme les cochons, sangliers, chiens, chats, lapins ....

A la fin de la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale l'entomologie forensique a connu un second souffle avec les travaux de recherche de différents scientifiques d'un peu partout dans le monde : citons le Docteur Rekkavuori en Finlande et Marcel Leclercq qui établira le premier protocole de prélèvements d'insectes dans une scène de crime (Leclercq et Brahy, 1985) et fut d'ailleurs à l'origine de la création du laboratoire d'entomologie à L'IRCGN.

En 2002 la première réunion européenne d'entomologie forensique donne naissance à une association européenne autour de cette thématique de recherche qui verra le jour officiellement en 2003 à Francfort et portera le nom de « European association for forensicentomology » elle a pour but :

Promouvoir le développement de l'entomologie forensique à travers l'Europe.

D'élever le niveau de compétence des différents acteurs de cette discipline ainsi standardisé les protocoles d'échantillonnages d'insectes sur les cadavres et la scène de crime (Klotzboch et *al* ,2004 ; Frederickx et *al* ,2011 ; Bennard ,2012 ; Taleb, 2013 ; Wyss et Cherix ,2013).

Pour l'Algérie cette discipline est très mal connue et utilisée seulement par le laboratoire d'entomologie de l'institut national de criminalistique et de criminologie de la gendarmerie national et cela depuis exactement 2010.

## **2- l'Entomologie forensique :**

### **2-1 Définition :**

L'entomologie forensique, médicocriminelle est une discipline des sciences

Forensique .elle consiste utilise les insectes et d'autres arthropodes pour des fins médico-légale (Frederickx et *al* ,2011 ; Sathe et *al* , 2013 ; Taleb, 2013).

Les applications de l'entomologie légale sont multiples mais elles restent quasi exclusivement consacrées à l'étude des insectes nécrophages pour l'estimation du délai post-mortem (Marquez-Grant et Roberts, 2012).

### **2-2 utilité :**

Actuellement les résultats des expertises entmologiques ne concernent plus seulement la datation de la mort , la dissimulation d'un corps ou de son déplacement eventuel (Wyss et Cherix, 2008) le potentiel des insectes nécrophages et nécrophiles est énorme, tant par la fiabilité et la diversité des ininformation s fournies par ceux-ci .

ils peuvent ainsi apporter des informations dans les cas d'abus et de négligences chez les enfants ou les personnes âgées . les insectes sont également utilisés afin d'obtenir desinformations sur les causes du décès ou l'identité des victiments par l'ADN extrait du tube digestif des insectes sarcosaprophages (Benecke et Lessig ,2001 ;Benecke et Wells,2001 ;Amendt et *al*,2004 ; Benecke et Setia,2004 ; Gomes et Von Zuben,2006 ;Gennard,2007).

### **2-2-1-Datation de la mort par les méthodes entomologique :**

La première application de l'entomologie forensique est l'utilisation des insectes pour estimer la date du décès ou bien plus précisément d'intervalle post-mortem ou IPM, celui-ci se définit comme étant le laps de temps écoulé entre la dates du décès et la date de la découverte du corps (Benecke,2004 ;Wyss et Cherix,2006 ;Gaudry et *al*,2007).

Après 72h de la mort du cadavre les méthodes médicales classiques ne sont plus applicables et seuls les insectes peuvent aider à estimer la date du décès (Wyss et Cherix,2006 ; Gaudry et *al* ,2007)

### **2-2-2 Enfants et personnes âgées maltraités :**

Les insectes nécrophages peuvent aussi révéler certain cas de maltraitances et de négligence sur les personnes dépendantes telles que les personnes âgées ou les enfants en bas age (Benecke et Lessig,2001 ; Gennard,2007). Les larves de certain diptères comme *Lucilia sericata* sont attirées par les odeurs, comme l'ammoniaque , provenant de l'urine et des fèces. La présences d'asticots au niveau d'une blessure (escarres) ou d'un orifice naturel d'une personne vivante provoque des lésions et indique souvant que la personne est négligée. Ces lésions , appelées myiases des plaies ou traumatiques , apparaissent sous forme d'abcès et de furoncles de coloration rougeâtre aui deviennent douloureux. L'estimation de l'age de ces larves permet de déterminer depuis quand les larves sont présentes sur le corps et donc depuis quand la personne est délaissée.

La médecine a su également tirer parti des mouches. En effet , on emploie leurs larves à des find thérapeutiques en asticothérapie pour débrider les plaies (Guilhou et *al.*,2003; Nigam et *al.* ,2006; Gennard,2007)

### **2-2-3 entomotoxicologie :**

l'entomotoxicologie est l'étude de la bioaccumulation des xénobiotique chez les insectes ou d'autres arthropodes en vue de déterminer la présence éventuelle des ces mêmes xénobiotiques au niveau du cadavre (Gagliano-Candela et Aventaggiato,2001 ; Introna et *al.*,2001). Les insectes nécrophages (diptères et 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 echantillons de tissus « classiques » (Introna et *al.*,2001 ;Amendt et *al.*,2004 ; Benecke,2004 ;Gaudry et *al.*,2007 ; Lopes de Carvalho,2010).

Effectivement les larves en se nourrissant des tissus cadavériques vont accumuler et stocker dans leur tissus les éventuelles substances toxiques (médicament , drogue , poisons , alcool) présentes au niveau de leur substrat nourricier , le cadavre (Amendt et *al.*,2004). Il est alors possible de détecter les drogues sur les larves prélevées du cadavres , mais également sur les restes d'insectes imputrescibles qui peuvent persister des années après le décès ( enveloppes pupales, exuvies , fragments et cuticule, etc.)(Benecke,2004)

Et même parfois de matière fécale de coléoptères (Gagliano-Candela et

Aventaggiato,2001). Actuellement , l'étude entomotoxicologique des larves permet d'avoir une information qualitative par rapport aux xénobiotiques utilisés mais il n'est pas toujours possible d'extrapoler la concentration de ces xénobiotiques dans le sang humain en utilisant la concentration trouvée dans les larves (Tracqui et *al.*,2004 ;Lopes de Carvalho,2010).

L'entomotoxicologie permet également une meilleure estimation des IPMs (Tracqui et *al.*,2004). La durée de développement des insectes peut être affectée par différents facteurs comme la température, la localisation du corps ou la densité de larves présentes (George et *al.*,2009). Il apparait clairement que le développement des insectes pourrait donc être influencé par la présence de drogues (Tracqui et *al.*,2004 ;George et *al.*,2009)

### **2-2-4 ADN et l'entomologie forensique :**

L'entomologie forensique se base principalement dans l'identification des larves et des adultes des insectes nécrophages sur les caractéristiques morphologiques (Benecke et Wells,2001 ; Gupta et Setia ,2004 ;Gomes et Von Zuben,2006 ; Benecke,2009). Ce travail demande beaucoup d'expérience dans la taxonomie . pour confirmer les identifications , il est nécessaire d'élever les larves jusqu'au stade adulte , ce qui occasionne une perte de temps importante (Gomes et von Zuben,2006) . De plus , sous certain conditions, il est difficile voire impossible d'identifier les insectes .c'est notamment le cas des insectes immatures , des insectes endommagés ou encors des adultes appartenant à certain taxa comme les Sarcophagidae (Wells et Stevens,2009).Pour ces raisons , l'ADN peut être plus utilisé comme une technique d'identification taxonomique alternative ou complémentaire, plus rapide et plus fiable mais aussi plus onéreuse (Gupta et Setia,2004 ;Gennard,2007 ;Wells et Stevens,2009). Dans une autre optique , on peut aussi récupérer l'ADN humain contenu dans le tractus digestif des insectes et en effectuer le séquençage afin de déterminer le profil génétique de la victime (Benecke et Wells,2001). Cette application trouve une utilité lorsque le cadavre est absent ( déplacements du corps par exemple) mais sur le lieu on trouve une grande quantité d'insectes nécrophages (Gaudry et *al.*,2007).

### **2-2-5 Extraction de résidus de poudre :**

L'identification et l'analyse précise des blessures sur les cadavres est une des tâches très difficile qui peut mener à de fausses interprétations, surtout lorsqu'il ya une activité larvaire sur le corps vu que cette dernière produit des artefacts post mortem qui peuvent simuler des blessures (Pollak et Reiter ,1988 ;Roeterdink et *al.*,2004 ; Parker et *al.*,2009) . Généralement les rayons X sont utilisés sur le corps pour détecter la présence de projectiles (balles de fusil) ou de fragments du squelette de la victime peut souvent indiquer des dommages causés par un coup de fusil car la balle peut laisser des inscriptions sur les os pendant son voyage dans le corps (Roeterdink et *al.*,2004). Mais dans les cas de décomposition avancée d'autres techniques doivent être utilisées afin d'établir si une arme à feu a été impliquée dans la mort .

Pour cela , deux techniques d'extraction de résidus de poudre sur les larves d'insectes nécrophages ont été mises au point par Roeterdink en 2004 et par Lagoo en 2010 (Roeterdink et *al.*,2004 ;Lagoo et *al.*,2010).

### **2-2-6 l'entomologie urbaine et l'entomologie des denrées stockées :**

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.).

L'entomologie des denrées stockées s'intéresse aux arthropodes et débris d'arthropodes retrouvés dans la nourriture et autres produits comme les livres ou bien textiles . les débris d'insectes dans les céréales du petit déjeuner , les chenilles dans les boîtes de conserve de légumes , et les larves de mouche dans les sandwiches des fast-foods sont des exemples généralement plaidés par le secteur des denrées stockées.

### **3-Les étapes de décomposition et de colonisation d'un corps sans vie :**

#### **3-1- Définition de la mort :**

Elle consiste en la cessation de toute activité biologique de l'individu qui se caractérise par :

-l'arrêt cardiaque ; sur un plan physiopathologique , dès que le cœur s'arrête le sang ne circule plus au sein des tissus , n'assurant plus l'apport d'oxygène indispensable aux cellules de l'organisme.

-l'arrêt de l'activité cérébrale ; elle est constatée par l'absence d'activité électrique combinée à une absence de circulation sanguine endocranienne .

On peut aussi définir la mort comme une pert irréversible des fonctions encéphaliques associant perte de conscience , perte des fonctions sensibles et motrices , conduisant inéluctablement à l'arrêt cardiaque et respiratoire (Mangin,2008).

#### **3-2-Processus de décomposition d'un corps :**

L'évolution du cadavre s'inscrit dans un processus biologique général de décomposition ,au cours duquel des éléments endogènes vont intervenir, mais surtout des éléments exogènes qui vont permettre la dégradation des matières organiques et leur progressive minéralisation (figure 1).

Cette évolution dépend du corps lui-même mais aussi également et surtout des éléments environnementaux de température, de sécheresse , d'humidité , de l'habillement... elle varie d'un corps à l'autre , d'un environnement à l'autre , d'une partie du corps à l'autre (Mangin, 2008).

La décomposition d'un corps humain débute quelques minutes seulement après le décès (Vass 2001). L'absence d'oxygène entraîne une acidification du sang tandis que les enzymes cellulaires amorcent le processus d'autolyse des tissus.La rapidité de ce phénomène dépend des types de tissus et de leur concentration en eau , mais il est généralement visible au bout de quelque jours. Parallèlement , la rapidité cadavérique se forme habituellement dès trois à quatre heures après le décès , puis disparaît rapidement lorsque la putréfaction débute. De même , les lividités caractéristiques induites par l'absence de circulation sanguine traduisent de profonds changements physico-chimiques.

Cette première phase de dégradation entraîne le développement d'une forte activité des micro-organismes (bactéries et champignons principalement) qui se multiplient dans les fluides corporels riches en nutriments. Leur activité conduit à la dégradation de ces molécules organiques complexes en gaz et en fragments protéiques élémentaires . cette activité s'accompagne de l'apparition d'une coloration verdâtre , observable notamment au niveau de l'abdomen , et d'un gonflement de cette même région sous l'effet des gaz accumulés.

L'absence d'oxygène conduit à une activité de fermentation qui produit de l'acide butyrique et propionique (Gill-king 1997 ;Haglund et Sorg1997). Ces gaz finissent par s'échapper par les voies naturelles mais peuvent provoquer la rupture de l'abdomen.

La phase de putréfaction active débute ensuite ; elle se caractérise par la dégradation des muscles et la production d'acides gras volatils : indole, skatole, putrescine, cadavérine, etc.(Vass 2001, Dekeirsschieter *et al.*2008). Ce processus peut s'accompagner de la formation d'adipocérose due à la dégradation des tissus gras par une faune bactérienne anaérobie particulière (Dent *et al.*2004). cette phase est comparativement plus longue ( quelques semaines).

L'ensemble du processus de décomposition aboutit à une momification plus ou moins complète du corps : les zones les plus riches en eau et les plus fragiles sont décomposées tandis que la peau se déshydrate et se rétracte . la momification est d'autant plus importante et rapide que l'environnement du corps est sec et chaud (Haglund et Sorg 1997 ;Bourel *et al.*2004 ;Tibbett *et al.*2004 ;Carter et Tibbett 2006). Vass (2001) propose une formule issue de données expérimentales et permettant d'estimer la durée nécessaire à la squelettisation d'un corps humain en conditions standard :

$$Temp (jours)=12825 /Température moyenne(^{\circ}C).$$

La décomposition des os et de la peau devenue parcheminée est extrêmement lente : il s'agit d'un processus de minéralisation conduisant à la substitution d'éléments minéraux aux éléments organiques initialement présents. Ce processus peut s'étendre sur plusieurs années, mais est accentué par l'action du climat (chocs thermiques, gel) qui permet d'accélérer la fragmentation des restes du corps ( Charabidze, 2008).

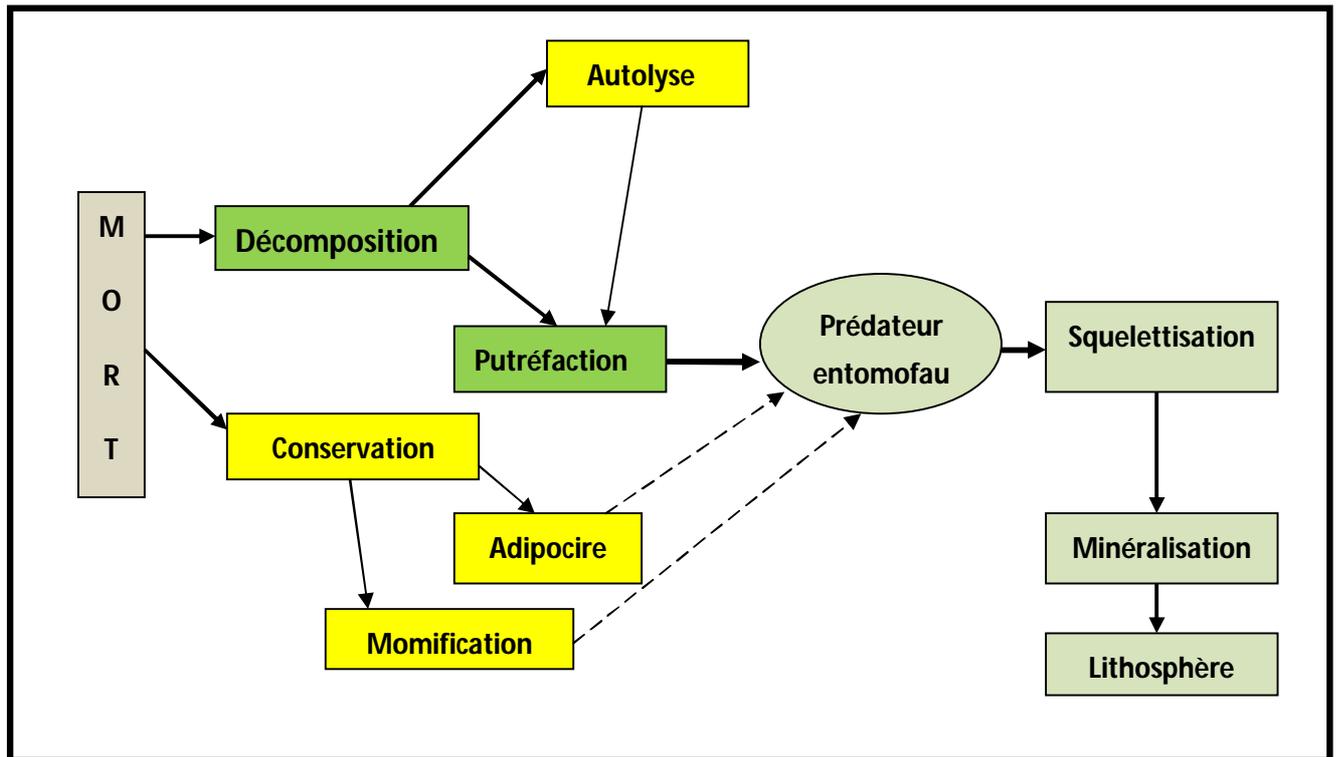


Figure 1 : Schéma des processus naturels d'évolution du corps (Mangin, 2008)

### 3-3-Processus de colonisation du corps par les insectes nécrophages : les escouades

#### 3-3-1- Role des insectes :

Lorsqu'une espèce animale meurt, elle sera rapidement visitée et colonisée par de nombreux invertébrés, dont une majorité seront des insectes (Claude Wyss, 2006 ; Daniel Cherix, 2006).

L'intervention des insectes dans le processus de décomposition influe notablement sur la vitesse de dégradation d'un cadavre (Payne 1965, Marchenko 1988, Garter *et al.* 2007). En 1767, Linné postulait déjà que « trois mouches peuvent consommer un cadavre de cheval aussi vite que le ferait un lion » (Linnaeus 1767). Après de longues années d'expérimentations et d'observation menées sur terrain Mann (1990) propose dans un article de synthèse une classification des différents facteurs affectant la vitesse de décomposition d'un corps. Le tableau ci-dessous reprend ces différentes variables ainsi que les commentaires de l'auteur.

**Tableau 1 :** classification (sur une échelle allant de 1 à 5, 5 étant maximum) des facteurs affectant la vitesse de décomposition d'un cadavre d'après (Mann et *al.*,1990 ; Haglund et Sorg, 1997)

Paramètre	Impact	Commentaire de l'auteur
Température	<b>5</b>	Effet indirecte sur l'activité des insectes.
Accessibilité des insectes	<b>5</b>	La majorité de la destruction des tissus mous est due aux insectes
Enfouissement	<b>5</b>	L'enfouissement ralentit la décomposition et facilite la squelettisation.
Accès des prédateurs (carnivores et rongeurs)	<b>4</b>	L'action des chiens et des rongeurs peut briser et disperser les os.
Lésions traumatiques	<b>4</b>	La présence des plaies attire les insectes
Humidité	<b>4</b>	Une humidité élevée est corrélée avec une forte activité des insectes.
Pluviosité	<b>3</b>	Peut d'effet sur les larves mais fort impact sur les mouches adultes (pontes).
Taille et poids du corps	<b>3</b>	Effet faible sur l'activité des insectes.
Embaumement	<b>3</b>	Altère le processus de décomposition et le ralentie.
Vêtements	<b>2</b>	Ils protègent les larves du soleil et conservent l'humidité.
Contact au sol	<b>1</b>	Dégradation plus rapide des corps en contact avec le sol, peut être en rapport avec l'accès des insectes.

Ce tableau montre clairement le rôle fondamental joué par les insectes ; sept des onze facteurs mentionnés sont liés à la possibilité de colonisation et de développement des insectes sur le corps d'une façon directes et indirectes.

Il convient dans un premier temps de faire une distinction claire entre les différents groupes fonctionnels qui peuvent se rencontrer sur un cadavre. On distingue :

- Les espèces nécrophages,
- Les espèces nécrophiles (parasites ou prédateurs des espèces nécrophages),
- Les espèces omnivores,
- Les espèces opportunistes.

**Les nécrophages :** ce groupe est constitué d'espèces dont le régime alimentaire est directement lié à la présence d'un cadavre. Ce sont donc de véritables nécrophages qui vont se nourrir exclusivement de ce substrat.

Ce groupe est constitué de deux acteurs principaux les diptères et les coléoptères, mais seul un nombre restreint joue un rôle d'éboueur. Cela est suffisant pour « nettoyer » le milieu naturel des carcasses d'animaux.

Ces deux groupes d'insectes appartiennent aux insectes à métamorphose complète. Leur développement peut se résumer de la manière suivante : pontes d'œufs, éclosion de l'œuf qui donne naissance à une larve, laquelle subira plusieurs mues lui permettant d'augmenter sa taille. Après un nombre déterminé de mues larvaires, l'insecte subit une transformation qui l'amènera au stade de nymphe. Ce stade, le plus souvent immobile, précède la dernière mue appelée mue imaginale qui donnera un imago puis un adulte parfait. Ainsi, les larves de mouches appelées asticots ressemblent à de petits vers blancs sans pattes, tandis que les larves de Coléoptères se distinguent notamment par la présence de trois paires de pattes.

Il existe des nymphes nues (coléoptères) ou des nymphes enfermées dans la dernière enveloppe larvaire que l'on appelle pupa (diptères). Cette pupa forme un tonnelet qui ne permet pas de distinguer la nymphe. La durée du développement complet dépend en grande partie de la température. Le nombre de mues larvaires est quant à lui fixé pour chaque espèce. Ce groupe comporte aussi des représentants des Nématocères mais les données concernant ces derniers demeurent peu importantes (Claude Wyss, Daniel Cherix 2006).

**Les nécrophiles :** constituées principalement de Coléoptères (*Silphidae*, *Histeridae*, *Staphylinidae*) et de Diptères (*Calliphoridae* et *Stratiomyidae*) et d'Hyménoptères parasitoïdes de larves et de pupes de Diptères nécrophages. Dans certains cas les larves de certains Diptères ne sont pas prédatrices au début de leur vie larvaire, mais peuvent le devenir à partir d'une certaine taille (Wyss et Cherix 2006).

**Les omnivores :** les espèces omnivores sont représentées par des Hyménoptères (fourmis, guêpes) et des Coléoptères. Ces espèces peuvent se nourrir à la fois des espèces nécrophages présentes, mais aussi du corps en décomposition. Dans certains cas les espèces omnivores peuvent sérieusement affecter les populations d'insectes nécrophages et ralentir la décomposition du substrat (Wyss et Cherix 2006).

**Les espèces opportunistes :** ils appartiennent à une catégorie très large qui regroupe toutes les espèces qui vont utiliser le cadavre comme une extension de leur habitat. Ce sont par exemple des collembolés, des araignées, des mille-pattes. Mais on pourra aussi trouver des groupes d'espèces appartenant à certaines familles d'acariens qui se nourrissent de moisissures ou champignons qui se développent sur le cadavre. Ces espèces ne présentent que peu d'intérêt pour l'entomologie forensique (Wyss et Cherix 2006).

### **3-3-2 les escouades :**

Un corps en décomposition constitue un milieu riche en ressource nutritive (Carter et *al.*, 2007, Charabidze 2008) , un grand nombre d'espèces vont profiter de cette ressource et se succéder sur ce cadavre au fur et à mesure de la décomposition , alors certain insectes vont être attirés très tôt sur le corps , et d'autres plus tardivement (Hall 1993 ; Charabidze 2008 ; Charabidze 2012) .

Megnin(1894) postula que ces périodes d'attractivité du cadavre sont en relation avec les odeurs émissent au cours des différents phases de décomposition (Megnin 1894).

En 1986 Smith propose dans sa monographie une succession de huit escouades qui resta pendant longtemps la principale référence en entomologie médico-légale depuis cette vision à été fortement mise en cause (Wyss et Cherix 2006). Vu que la décomposition est liée aux caractéristiques du milieu et du corps, la succession des insectes et donc très variable (Wells et Lamotte 2001 ; Charabidze 2008).

Les principaux insectes et acariens se succédant sur les cadavres humains sont repris, selon leurs escouades, dans les (tableaux 2 et 3) inspirés des travaux de Mégnin (1894) et de Smith (1986).

**Tableau 2 :** Evolution des escouades sur le cadavre à l'air libre (Leclercq et Verstraeten, 1993; Benecke et Leclercq, 1999)

Escouades	insectes	Etat du corps	Intervalle <i>Post- mortem</i> approximatif
1	<p><b>Mouches Calliphorides</b></p> <p><i>Calliphora vicina</i></p> <p><i>Calliphora vomitoria</i></p> <p><i>Muscadomestica</i></p> <p><i>Muscaautumnalis</i></p> <p><i>Muscinastabulans</i></p> <p>(Malgorn et coquoz, 1990)</p>	Frais et récent (variable avec la saison, les températures)	3 premiers mois
2	<p>Mouches Sarcophagides parfois avec la première Calliphorides</p> <p><i>Cynomyiamortuorum</i></p>	Odeur développée	
3	<p>Coléoptères Dermestes</p> <p>Papillons <i>Pyralidés Aglossa sp.</i></p>	Graisse rance	
4	<p>Mouches : <i>Piophilides, Milichiides,</i> <i>FannidesDrosophilides, Sepsides,</i> <i>Sphaerocerides, SyrphidesEphydrides.</i></p> <p>Coléoptères : <i>Clerides, Corynetes, Nercrobia.</i></p>	Après la fermentation butyrique et « caséique »	3 à 6 mois
5	<p>Mouches Muscides <i>Hydrotaea</i> (<i>Ophyra</i>) Phorides Thyreophorides</p> <p>Coléoptères Siliphides</p> <p>Coléoptères Histerides</p>	Fermentation ammoniacale évaporation des liquides sanieux	4 à 8 mois
6	Acariens	Décomposition progressive du substrat	6 à 12 mois
7	<p>Coléoptères Dermestides <i>Attagenuspellio,</i> <i>Dermestes maculatus</i></p> <p>Papillons <i>TineidesTineolaetMonopis</i></p>	Complètement sec	1 à 3ans
8	<p>Coléoptères Ptinides <i>PtinusBrunnerus</i></p> <p>Tenebrionides</p> <p><i>Tenebrioobscurus</i></p>	Complètement sec	3 ans et plus

**Tableau 3 :** Evolution des escouades sur les cadavres inhumés (Leclercq et Verstraeten, 1993 ; Benecke et Leclercq, 1999).

escouades	Insectes et acariens	Etat du corps	Intervalle post mortem approximatif
1	<i>Calliphora</i> <i>Muscinastabulans</i>		
2	<i>Hydrotaea (ophyra)</i>		
3	Phorides <i>Conicerasp</i> , Moucheron pouvant voler au niveau du sol ou se trouve un cadavre enfoui		1 an
4	Coléoptères <i>Rhizophagides</i> <i>Rhizophagus</i> , <i>parallelicollis</i> <i>Stabphylinides</i>		2 ans

Pour les cadavres calcinés sous certaines conditions seulement le cadavre reste attractif aux insectes :

- La carbonisation doit être partielle avec les masses musculaires encore humides sans aucune coagulation totale des protéines par la chaleur ;
- Le carburant utilisé doit être volatil et rapidement éliminé sans effet répulsif.

Les mouches n'arrivent sur le cadavre que si le feu est complètement éteint jusqu'à présent, on a signalé : *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria* (mouches bleues) et *Lucilia caesar* (mouches verdâtres) *Calliphoridae* et *Ophyra cadaverina* Mégnin (actuellement dénommée *Hydrotaea (Ophyra) capensis* Wiedemann) *Muscidae* et *Fanniaspp* (Fanniides).

## **4- Les Diptères nécrophages :**

### **4-1-Les Diptères :**

Les diptères sont caractérisés par la présence d'une seule paire d'ailes, antérieures, les ailes postérieures étant transformées en balanciers ou haltères. Le mésothorax est très développé, en relation fonctionnelle avec les muscles du vol, tandis que le prothorax et le métathorax ont régressé.

Au sein de cet ordre, les Brachycères adultes sont pourvus d'antenne courte et trapue à la base. Les larves sont hémicéphales ou acéphales (capsule céphalique très réduite) et les mandibules sont présents sous forme de crochets mobiles ventraux insérés verticalement. Les Schizophores présentent une cicatrice frontale correspondant à la trace du ptilinum, un organe spécialisé que l'insecte gonfle pour briser la puppe.

Cette suture est absente chez les Aschizes. Enfin, les Schizophores sont divisés en Acalyptères et Calyptères : ces derniers présentant des cuillerons thoraciques bien développés, contrairement aux Acalyptères (Charabidze, 2008).

### **4-2-Les différentes familles de diptères nécrophages :**

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

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

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

#### ***a. Calliphoridae :***

Se sont des mouches de taille moyenne à grande variant de 4 à 16 mm. Les adultes sont en partie bleu ou vert métallique, ou alors on trouve une longue pilosité dorée sur le thorax. Les larves sont des asticots de forme cylindro-conique. Sur le dernier segment on trouve des tubercules entourant la plaque stigmatique. Elles sont caractérisées par la rapidité au vol et plutôt bruyant. Les deux sexes sont aussi vivement attirés par les fleurs et les feuillages ensoleillés et ils recherchent les jus sucrés ou les sucres des plantes (Wyss et Cherix, 2013). La grande majorité des espèces sont ovipares, mais quelques-unes sont vivipares. Les larves sont nécrophages, coprophages, saprophages et vivent dans la matière organique en décomposition (Wyss et Cherix, 2013).

Les principales espèces d'importance forensique sont : *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Calliphora subalpina*, *Calliphora uralensis*. Ces espèces peuvent aussi se reproduire sur des excréments. *Chrysomya albiceps* avec une distribution circumméditerranéenne, *Cynomya mortuorum* se reconnaît à sa face orange jaune, mais peut être assez polymorphe (Matile 1995 ; Wyss et Cherix, 2006). Ses larves se trouvent généralement sur différentes espèces de petits cadavres animaux et parfois dans les excréments humain mais jamais rencontrée sur un cadavre humain. Le genre *Lucilia* compte de nombreuses espèces nécrophages telle que : *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia silvarum* et *Lucilia sericata*. Cette dernière espèce est la plus abondante dans la région méditerranéenne mais la majorité des espèces *Lucilia* sont présentes dès la fin du printemps et les adultes disparaissent à la fin de l'été, contrairement à *Calliphora vicina* qui présente au stade adulte toute l'année (Wyss et Cherix, 2013).

### **b. Sarcophagidae :**

Sont des mouches assez robustes de 2 à 22 mm de tailles. Il existe parfois des bandes ou des taches grises ou noires sur la partie dorsale du thorax et aucune espèce ne porte de couleur métallique. Les femelles ne pondent pas d'œuf mais donnent naissance à des larves (Wyss et Cherix, 2013). Il existe environ 2600 espèces dans le monde. Il existe quelques espèces d'importance forensique comme *Sarcophaga variegata*, *Sarcophaga subvicina* (Wyss et Cherix, 2006).

### **c. Fanniidae :**

Sont des mouches de petites tailles environ de 4 à 9 mm. Elles sont caractérisées par leur nervation alaire bien particulière. Elles sont grises foncée à noire parfois avec une tache jaune sur l'abdomen. Les larves possèdent un corps aplati à tégument épais et hérissé de processus branchus. Certaines espèces ont été signalées comme pouvant se rencontrer sur un cadavre *Fannia manicata*, *Fannia coracina*, *Fannia postica*, *Fannia fuscula* mais ne présentent aujourd'hui pas encore un grand intérêt en entomologie forensique (Wyss et Cherix, 2006).

### **e. Muscidae :**

Comprend des mouches de petites tailles (2 mm) ou grande (18mm). Les larves sont des asticots plus fines vers l'avant et arrondies en arrière avec des crochets buccaux fusionnés. Les adultes sont généralement de couleur terne, mais aussi assez variable du jaune orange ou gris, brun et très rarement avec une coloration métallique (Wyss et Cherix, 2006).

### **f. Phoridae :**

Petite mouche de 5 à 6 mm de couleur brune, noire ou jaune. Elles possèdent un dos voûté et une tête petite et repliée vers le bas. Les fémurs postérieurs sont souvent plats et très élargis *Coniceratibialis* (mouche des cercueils) (Wyss et Cherix, 2006).

### ***g.Piophilidae :***

Petites mouches de couleur sombre, mat ou brunâtre, une taille qui varie entre 2mm et 6 mm. La mouche du fromage *Piophilacasei*(Linnaeus 1758) représente une nuisance sérieuse dans l'industrie alimentaire, mais elle se rencontre aussi sur des cadavres humains. Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale (Wyss et Cherix, 2006).

### **4-3- Détection d'un corps et déclenchement des pontes :**

Les insectes nécrophages ont un système olfactif particulièrement développé qui leur permet de détecter la présence d'un corps à plusieurs kilomètres de distance (Braak, 1987 ; Kelling, 2003 ; Charabidze, 2008). Deux catégories de diptères nécrophages sont attirées par les cadavres : les individus en quête de nourriture et les femelles à la recherche d'un lieu de ponte. Ces dernières y sont largement majoritaires (Archer, 2003).

Les mouches adultes mâles et femelles sont donc attirées par les liquides putrides émanant d'un cadavre et qui constituent une importante ressource énergétique (Fisher *et al.*, 1998 ; Charabidze, 2008). Cependant, la plupart des individus attirés sur le corps pour s'y nourrir sont des femelles à la recherche d'un repas protéique nécessaire au déclenchement de la vitellogenèse (processus précurseur de la formation des œufs) (Stoffolano, 1974 ; Barton Browne *et al.*, 1976 ; Charabidze, 2008).

Certaines espèces préfèrent les cadavres en début de décomposition tandis que d'autres sont uniquement attirées par les tissus momifiés (Hall, 1993 ; Charabidze 2008). Le déclenchement de la ponte dépend également de plusieurs facteurs. Le seuil de température permettant l'oviposition apparaît ainsi comme étant nettement supérieur (jusqu'à 7°C d'écart) à celui permettant le déclenchement du vol (Hedouin *et al.* 1996 ; Charabidze, 2008). De plus, la présence d'autres œufs, de larves ou d'individus adultes accroît la probabilité de ponte en agissant comme un signal attractif pour les femelles gravides (Barton Browne *et al.*, 1969 ; Ives, 1991 ; Ashworth et Wall, 1994 ; Fenton *et al.*, 1994 ; Charabidze, 2008). Les œufs sont pondus par grappes d'environ 200, principalement au niveau des orifices et des plaies s'il en existe (Greenderg, 1991). Le choix du lieu de ponte s'explique par la fragilité des œufs et des jeunes larves, très sensible à la dessiccation et incapable de pénétrer directement dans les tissus au niveau de la peau (Fabre, 1923). Un choix minutieux du lieu de pontes par la femelle apporte un avantage à la descendance.

#### 4-4- développement des larves de diptères nécrophages sur un corps :

Le cycle de développement des larves diptères nécrophages ne diffère en rien des autres diptères. Il se caractérise par un développement holométabole, la femelle pond des œufs qui, à l'éclosion vont donner des larves de premier stade. Après une succession de deux mues larvaires, les asticots vont s'éloigner du corps pour s'empurger et se transformer en nymphe.

La puppe est formée par le tégument de la larve de troisième stade qui rigidifie et brunit progressivement tandis que la nymphe se métamorphose. L'imago devra rompre cette enveloppe pour émerger.

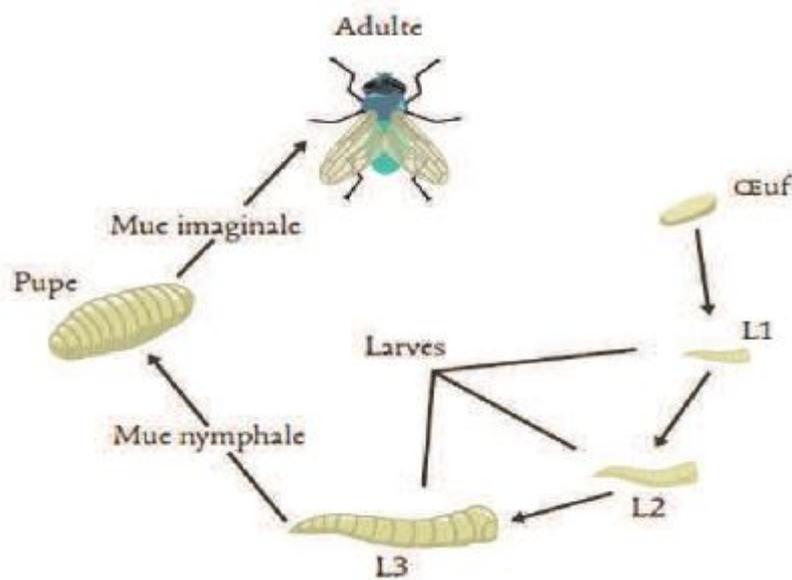


Figure 2 : Cycle de développement holométabole d'un Diptère (Aubernon et *al.*, 2012).

La durée entre ces différents stades diffère, le temps passé aux stades prépupe et pupes pouvant représenter jusqu'à 75% de la durée de développement totale (Greenberg, 1991). Chez certaines espèces de Sarcophagidae et de Calliphoridae, les œufs sont retenus dans les voies génitales de la femelle après leur fécondation jusqu'à l'éclosion des larves de premier stade, qui seront directement déposées sur leur source de nourriture alors dans ce cas le cycle stéréotypique décrit précédemment n'est pas toujours respecté (Fabre, 1923 ; Shewell, 1987 ; Erzinçlioglu, 1990 ; Hall, 1993 ; Erzinçlioglu, 1996 ; Charabidze, 2008).

La durée du cycle de développement est dépendante de l'espèce mais également de la température. Plus il fait chaud, plus le développement est rapide, plus il fait froid, plus il est lent et parfois même le développement se stoppe temporairement « la diapause » en attendant le retour des conditions favorables. Des études au niveau moléculaire ont permis de mettre en évidence une transmission maternelle facultative de ce caractère (Matsuo *et al.*, 1997). Ainsi, une femelle adulte soumise à des températures froides ou à un rythme nyctéméral altéré pourra transmettre à sa descendance la faculté d'entrer en diapause (Saunders, 1986 ; Mcwatters et Saunders, 1997 ; Tachibana et Numata, 2004 ; Charabidze, 2008). Cet héritage maternel implique donc une apparition des larves diapausantes après les premières périodes de froid, principalement au début de l'automne (Charabidze, 2008).

### **4-5- Grégarisme et augmentation locale de température des larves :**

Chez les larves de diptères nécrophages, ce comportement se traduit par la formation de masses de larves allant de quelques dizaines à quelques millions d'individus. Ce phénomène est observable dès le stade L1 (larve de premier stade) et jusqu'au stade prépupe, c'est-à-dire durant toute la phase où les insectes se nourrissent activement sur le corps. La formation de masses de larves de plus petite taille et avec une cinétique d'apparition plus lente en l'absence de nourriture semble également indiquer un rôle fort du thigmotactisme interindividuel dans le mécanisme d'agrégation. La théorie sur le grégarisme est qu'il facilite l'alimentation en favorisant la liquéfaction locale des tissus par l'action conjointe des enzymes de minimiser l'exposition aux prédateurs (Fabre, 1923 ; Hobson, 1932 ; Putnam, 1977 ; Dos Reis *et al.*, 1999 ; Charabidze, 2008).

La conséquence la plus flagrante de ce grégarisme larvaire est l'élévation locale de la température. La présence simultanée d'un très grand nombre d'individus émettant une faible chaleur du fait de leur métabolisme peut conduire à des augmentations locales de températures extrêmement importantes. En 1991 Greenberg relate une observation de 18°C supérieure à la température extérieure, tandis que Turner et Howard (1992) mentionnent une température de 40°C au sein d'une masse de larves. L'inertie thermique engendrée par la formation d'une masse compacte et le dégagement de chaleur par les individus leur permet de se développer durant des

périodes particulièrement froides, par exemple lors du stockage d'un cadavre en chambre froide ( $T^{\circ} < 4^{\circ}\text{C}$ ) avant son autopsie (Huntington *et al.*, 2007).

Lorsque la température locale est de  $40^{\circ}\text{C}$ , la survie des individus est compromise : on observe alors que les larves présentes quittent la zone, produisant ainsi un phénomène d'auto-régulation thermique (Deonier, 1940 ; Turner et Howard, 1992 ; Anderson et Vanlaerhoven, 1996). Phénomène amplifié par le refroidissement du à l'évaporation de l'humidité des individus sortant de la masse (Gruneret *al.*, 2007).

#### **4-6- Alimentation et compétition inter-individuelle :**

Le comportement grégaire des larves facilite donc l'assimilation des aliments en ramollissant les tissus. Les très jeunes individus ne disposent pas de crochets buccaux bien développés et sont donc incapables de s'alimenter sur des substrats durs. Des études ont été réalisées sur différents types de viandes montrent que tous les tissus n'ont pas la même valeur nutritive pour les larves. En effet, les données expérimentales indiquent une durée de développement des larves de *Calliphora vicina* élevées sur du cerveau, du cœur, du poumon ou des reins de porc inférieure de deux jours à celles placées sur du foie (Kaneshrajah et Turner, 2004 ; Charabidze, 2008).

Le phénomène de compétition est principalement du au comportement alimentaire des larves, qui cherchent à absorber le maximum de nourriture possible en minimum de temps (Levotet *al.*, 1979). Il en résulte une « bousculade permanente » conduisant ainsi certains individus à manquer de nourriture et à mourir (De Jong, 1976 ; Godayet *al.*, 1996 ; Dos Reis *et al.*, 1999 ; Charabidze, 2012 ; 2013).

### II- Datation de la mort par les méthodes entomologiques

#### 1- l'intervalle poste mortem IPM :

L'intervalle post mortem est défini comme le temps écoulé entre la mort et le découvert du cadavre (Wyss et Cherix, 2008). Il existe deux méthodes, ayant pour but de déterminer l'IPM, en se basant sur les insectes (Wyss et Cherix, 2008). L'IPM dit « court » qui se base sur les premiers insectes colonisant le corps et l'IPM à « moyen » et « long » terme qui se base sur les successions entomologiques.

- **La première méthode :** est basée sur le développement des larves de Diptères et concerne presque uniquement les larves de *Calliphoridae* (Wyss et Cherix, 2006). Toutefois, cette méthode peut aussi utiliser des représentants de la famille des *Muscidae* ou des *Sarcophagidae*, voire de *Piophilidae*. Cette méthode de datation entomologique met en relation le développement des insectes (principalement des larves de mouches) trouvés sur le corps avec la température ayant régné sur le lieu du décès (Niederegger *et al.*, 2010). On obtient alors ce qu'on appelle un IPM minimum qui ne pourra être déterminé que pour la première génération de mouches arrivées sur le cadavre (Wyss et Cherix, 2006). En effet, on utilise, comme postulat de départ, le fait que les premières mouches peuvent arriver sur un cadavre dans les minutes ou les heures qui suivent la mort, sous des conditions écologiques favorables (Bourelet *et al.*, 2003). Il est donc possible de déterminer un IPM pour la première génération de mouches ; cependant, il est impossible de connaître le moment de ponte de la deuxième génération.

- **La seconde méthode de datation entomologique :** se base sur la succession des espèces au cours du temps sur un cadavre (Wyss et Cherix, 2008). Les estimations se basent sur une reconstitution des successions entomologiques qui ont pu avoir lieu sur le cadavre et il est facilement démontrable que ces successions ne sont pas toujours respectées (Wyss et Cherix, 2008).

#### 2- Calcul du cycle de développement des premiers insectes colonisant le cadavre :

Un des facteurs les plus importants influençant la durée de développement des larves de Diptères est la température (Wyss et Cherix, 2006). Chaque espèce possède une vitesse de développement qui lui est propre ; il existe des tables publiées sur les durées de développement des espèces forensique de Diptères (Marchenko, 1988 ; Marchenko, 2001). L'accumulation des degrés jours (ADJ) ou degré heures (ADH) est la méthode recommandée pour déterminer le temps de développement des insectes (Niederegger *et al.*, 2010). Le postulat de base est que le temps de développement diminue lorsque la température augmente (et inversement) de manière linéaire mais que la chaleur accumulée pour le développement complet de l'insecte reste inchangée (Niederegger *et al.* 2010). L'ADJ se calcule comme suit :

$$\text{ADJ} = (T - TL) \times \text{nombre de jours de développement.}$$

« T » correspond à la température moyenne (sur 24 heures) et « TL » correspond à la température minimal de développement ou la température en dessous de laquelle le

matériel biologique ne se développe pas (Wyss et Cherix, 2006 ; Niederegger *et al.*, 2010).

Le principe consiste donc à déterminer le jour de ponte des Diptères en se basant sur la durée de développement, du matériel entomologique récolté sur le cadavre (œufs, larves et pupes) et placé en élevage contrôlé (Wyss et Cherix, 2006). Connaissant la température de développement minimum de l'espèce considérée et la somme des températures du cycle complet de cette même espèce ainsi que les températures effectives subies par les larves et les pupes durant leur élevage en conditions contrôlées, il est possible de déterminer le jour de la ponte (Wyss et Cherix, 2006).

Cependant, il faut prendre en compte deux paramètres importants : le premier est que la plupart des espèces de Calliphoridae ne montre pas d'activité sous les 12°C (certaines espèces comme *Calliphora vomitoria* ou *Calliphora vicina* sont actives à des températures nettement inférieures) et le second : les Calliphoridae sont pas actives de nuit mais leurs larves le sont 24 heures sur 24 (Wyss et Cherix, 2006).

Diverses critiques existent sur cette méthode de calcul. En effet, elle ne prend pas en considération le temps de dispersion des larves L3 avant leur mue ni l'impact d'épisodes de basses températures pouvant exister en milieu naturel (Niederegger *et al.*, 2010). De plus, la méthode de l'ADD ne prend pas en compte les fluctuations journalières des températures. Par exemple, il a été démontré que le développement de Calliphoridae australiennes, sur 24 heures, est plus rapide sous une température constante de 30°C que sous une température fluctuante ayant une valeur moyenne de 30°C (Niederegger *et al.*, 2010). Désormais, les fluctuations de température sont intégrées dans les calculs à l'aide de nouveaux modèles non-linéaires (Bourelet *et al.*, 2003).

# Partie

# Expérimentale

Matériels  
Et  
Méthodes

L'objectif de notre étude est de récolter puis identifier les insectes nécrophages (faune cadavérique), en particulier les Diptères associés au processus de décomposition de deux cadavres de sangliers, Selon un protocole préalablement établi par le laboratoire d'entomologie de l'Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN) (figure 3).

### I. Présentation du lieu de stage :

Notre expérimentation s'est déroulée dans deux sites d'étude durant la saison hiverno-périnatale :

- La station vétérinaire de l'université de BLIDA1 ( $36^{\circ}30'37,81^{\circ}\text{N}$  ;  $2^{\circ}82'21,98^{\circ}\text{E}$ ) qui se trouve à une altitude de 229m au dessus du niveau de la mer (anonyme, 2014), ou on a placés les deux cadavres de sangliers (figure 4).
- L'identification et l'élevage de la faune cadavérique a été effectuée au laboratoire d'Entomologie du département de Médecine légale au sein de l'Institut Nationale de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN)- Bouchaoui-Alger, durant la période du printemps 2014.



**Figure 3:** Institut national de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale (INCC-GN) vue d'extérieur. (Photo originale)

Ce laboratoire utilise des insectes à des fins juridiques. Les insectes peuvent être utilisés de plusieurs manières afin d'aider à résoudre un crime, mais l'objectif principal est d'estimer l'intervalle de temps depuis la mort.



**Figure 4** : site expérimentale (station vétérinaire) à l'université de BLIDA 1 (Photo originale)

## 2- Synthèse climatique :

De part sa situation géographique, le climat de Blida subit un double effet. D'une part les effets de la montagne culminant la mer méditerranée qui d'ailleurs n'est distante que de 25km, et d'autre part les effets de la mer méditerranée. Cette situation lui donne un climat particulier qui se caractérise essentiellement par deux saisons :

- une saison chaude et sèche allant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre avec une moyenne de température de 35°C.

- une saison pluvieuse et froide avec un nombre de jours pluvieux de 50 à 70 jours s'étalant de la fin du mois de Septembre jusqu'au mois de Mars avec une moyenne pluviométrique de 500 à 700 mm et une moyenne de température de 12°C (anonyme, 2014)

Dans la synthèse climatique, nous avons utilisé deux représentations ; Le diagramme

ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le climatogramme d'Emberger.

### *a. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls*

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il représente :

- En abscisse les mois de l'année ;
- en ordonnées les précipitations en mm et les températures moyennes en °C.

## ***b. Quotient Pluviométrique et Climatogramme d'Emberger***

Proposé par Emberger (1936), le quotient pluviométrique est un rapport plus précis faisant appel en plus des précipitations P, la moyenne (M) des maxima du mois le plus chaud et la moyenne (m) des minima du mois le plus froid. L'amplitude extrême (M-m) rend compte de l'évaporation.

La proposition d'EMBERGER a été simplifiée par Stewart (1969), pour l'Algérie et le Maroc par la formule suivante :

$$Q2 = 3,41P / (M-m)$$

Avec :

P : Pluviométrie annuelle moyenne (mm),

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud,

m : Moyenne des minima du mois le plus froid.

## **III. Matériel et Méthodes :**

### **III .1. Matériel :**

Pour la réalisation de ce travail nous avons utilisé un matériel de terrain et un autre de laboratoire (Annexe I)

Le matériel animal est constitué de :

- Deux sangliers *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) d'un poids corporel 40kg.

### **III.2. Méthodes de travail :**

Les méthodes utilisées sont basées sur la collecte, le transport et l'élevage des insectes selon les techniques adoptées par Lord et Burger (1983), Smith (1986), Catts et Haskell (1991), Amendt *et al.* (2007), Byrd et Castner (2005), Amendt (2010), Hamilton (2010), Gennard (2012), Roberts et Marquez-Grant (2012) et Wyss et Cherix (2013).

A l'aube du 23 mars 2014 deux sangliers ont été abattus par une balle de calibre 12/70 tirée par un fusil de chasse à canon lisse, causant une blessure mortelle de 28cm au niveau de la hanche gauche et cela dans la forêt de Bainem (Alger). Les animaux sont transportés par la suite et placés dans deux cages installées à la station vétérinaire de l'université de BLIDA1.

Ces cages ont été conçues de sorte que toute manipulation et prélèvement se passe d'une manière souple et facile au même temps elles ont été sécurisées afin de protéger les pièges installés à l'intérieur ; mais aussi pour assurer l'inaccessibilité d'autres ravageurs (rats et chiens errants) que les insectes nécrophages.

Ces cadavres ont subi une manipulation de sorte que leur état soit similaire à de nombreux cas de crimes.

Pour ce faire :

***Le sanglier 01*** : a été vidé complètement de ces organes internes (une simulation des corps retrouvés sans organes).



**Figure 5** : sanglier 01 vidé complètement de ces organes internes (photo originale)

***Le sanglier 02*** :

Ce cadavre, on a voulu simuler un des cas le plus répandu dans la dissimulation des corps adoptés par les criminels de nos jours et qui consiste à carboniser la personne décédée par homicide en utilisant un accélérateur pour la mise à feu.

On a utilisé l'essence comme accélérateur (figure 6AB) puis au bout de quelques minutes on a éteint le feu, la tête du sanglier a manifesté une carbonisation intense (figure 6C), par rapport au reste du corps qui a présenté une brûlure étendue de deuxième degré profonde et troisième degré (figure 6DE).

Le reste du corps n'a pas été carbonisé comme la tête grâce à son pelage qui est constitué de longues soies très rêches (des soies) ainsi que d'un épais duvet. Ce sanglier a aussi été éventré (par le chasseur).



**Figure6** : les différentes étapes de carbonisation du sanglier 02 (photos originales)

### III.2.2. Piégeage :

Le piégeage est une méthode d'échantillonnage indispensable, pour ce faire nous avons utilisé plusieurs pièges pour la collecte des diptères nécrophages.

#### 1. *Pièges actives* :

-filet fauchoir : pour les diptères adultes, il faut juste faucher autour des cadavres par un mouvement de vas et vient tout autour des cages (figure 7)



**Figure7** : filet fauchoir (photo originale)

-Collecte manuelle\_: à l'aide d'une pince entomologique et des cuillères jetables, nous avons prélevé tous les asticots et même d'autres insectes qui se trouvaient sur les cadavres (figure 8).



**Figure 8 :** collecte manuelle des insectes (photo originale)

### 2. *Pièges attractifs :*

- Pièges aériens : réalisée avec une bouteille en plastique munie de son bouchon à travers lequel est fixée une petite corde pour la suspendre. A l'intérieur de cette bouteille on a mis un liquide attractif composé de : vinaigre de pomme, de l'eau, de sucre et sel (figure 9).



**Figure 9 :** piège aériens suspendu a l'intérieure de la cage (photo originale)

- *Piège barber :* un moyen de base pour la collecte des insectes du sol. Nous avons placé des récipients en plastique remplis de liquide attractif dans des trous creusés préalablement au raz du sol (figure 10).



**Figure 10:** pièges barber placés tout autour de la cage (photo originale).

- Piège de récipient jaune : ce piège coloré composé d'un récipient jaune rempli d'eau et un peu de sel installé juste à côté du cadavre, il nous permet récolter de nombreux Diptères et même des Coléoptères, il faudrait juste éviter de le laisser plus de trois jours sans le nettoyer très soigneusement car le moindre développement d'algues, le moindre dépôt terreux au fond le rend totalement inefficaces (figure 11).



**Figure 11** : piège récipient jaune placé juste acoté du cadavre (photo originale)

### III.2.3. Prélèvement et conservation :

Les insectes capturés dans les pièges ont été placés dans deux récipients en plastique avec de l'alcool 70%, à savoir :

- Les récipients 01 correspondent aux prélèvements effectués des pièges qui entourent le sanglier 01.
- Les récipients 02 correspondent aux prélèvements effectués des pièges qui entourent le sanglier 02.

#### *Les larves :*

Les larves ont été prélevés délicatement au dessous du cadavre, dans les orifices naturels, la blessure et a l'intérieur du cadavre (partie ventrale), et elles ont été réparties en deux lots l'un est destiné à l'identification qui a été placé dans l'éthanol 70% et l'autre servira à l'élevage (figure 12).



**Figure 12** : prélèvement des insectes des pièges (photo originale)

### **III.2.4. Elevage des larves :**

Les flacons contenant des larves vivantes ont été acheminés au laboratoire pour l'élevage. Le fond des boîtes est rempli du sable (Figure 13ABC). Une tranche de viande de bœuf a été placée sur le sable, sur la quelle ont été placés les larves. Le contenu des boîtes a été ensuite humidifié avec de l'eau (Figure 13DF). Les boîtes ainsi préparées ont été recouvertes avec de la gaze (Figure 13G). Les indications concernant le jour de récolte, numéro de l'expérience ainsi que le nombre d'individus ont été mentionnées sur chaque boîte (Figure 13H). Le suivi de l'élevage a été effectué quotidiennement. .

Les références telles que la date de mise en élevage, le nom du technicien, le code d'enregistrement, ont été reportées sur une feuille de renseignement où sont notées à chaque visite l'heure et les nouvelles observations.

Les boîtes sont maintenues jusqu'à l'émergence des adultes dans une enceinte climatique thermo régulée à 22°C où règne une humidité relative de l'ordre de 70 % pour 09 heures d'éclairage et 15 heures de d'obscurité (Figure 13I). Après l'émergence, les adultes ont reçu le même traitement.



**Figure 13** : les étapes pour la réalisation de l'élevage des larves (photos originaux)

### III.2.5. Préparation des spécimens :

#### *a- Préparation des larves à l'identification :*

Chaque larve a été lavée avec de l'eau distillée pour enlever les débris, puis tuée à l'aide de l'eau chaude en dessous du point d'ébullition (environ 70-80 °C) pendant 3 à 5 minutes. Après l'identification, les larves sont transférées dans de l'éthanol à 70 % pour la conservation.

#### *b- Préparation des insectes adultes :*

Les insectes gardés au congélateur ont été laissés à la température ambiante avant de les manipuler. Les spécimens séchés nécessitent une réhumidification. Leur corps et leurs appendices doivent reprendre leur souplesse afin qu'on puisse leur redonner une position.

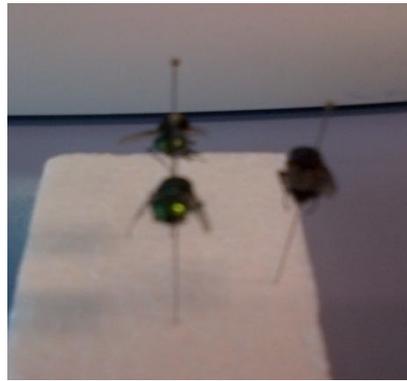
Pour les diptères, ce processus s'est déroulé dans un ramollisseur ; C'est un bocal hermétique contenant un fond de sable fin humidifié à l'eau, auquel nous avons rajouté de l'alcool 70%, pour éviter des moisissures. Les spécimens ainsi préparés ont été enfermés hermétiquement.

La deuxième méthode utilisée, consiste à mettre les spécimens entre deux papiers absorbants humidifiés puis les laissés quelques minutes.

Les insectes conservés dans de l'éthanol 70% ont été lavés sous l'eau du rabinée pour se débarrasser de l'éthanol puis laissés séchés quelque minutes sur un papier absorbant.

### *b<sub>1</sub> –l'épingle :*

L'épingle a été piquée dans le thorax du spécimen, à un endroit qui varie selon l'ordre auquel l'insecte appartient. L'insecte a été placé à 25 mm de la pointe de l'épingle (Figure 14).



**Figure 14 :** l'épingle de Diptère (photo originale)

### *b<sub>2</sub> –l'étalage :*

Cette étape consiste à disposer certaines parties du corps de l'insecte de façon à ce qu'on puisse les examiner facilement, elle sert aussi à donner une position naturelle au spécimen. Les spécimens ainsi préparé sont identifiés en utilisant plusieurs clés de détermination.

### *b<sub>3</sub>- l'étiquetage :*

Les insectes ont été ensuite piqués sur une planche de polystyrène et sont laissés sécher à l'air libre deux étiquettes portant l'information sur chaque spécimen ont été fixées. A la fin de notre étude une boîte de collection à été établie (annexe).

## **III.2.6. Identification des larves et des insectes adulte :**

Chaque spécimen à été identifié sous une loupe binoculaire (Gx 50) en se basent sur les clés de détermination de diptères (Wyss et Cherix, 2013) ; calliphoridae (Szpila, 2009, 2012) ; sarcophagidae, muscidae et fanniidae (Szpila et Andrezej, 2012).

### *a. Identification des larves des Diptères*

Le stade larvaire a été déterminé en examinant le nombre des stigmates postérieurs. Il suffit d'observer la partie postérieure de la larve où se trouvent deux structures circulaires appelées sclérites ou plaques stigmatiques. Le nombre de stigmates respiratoires indique le stade larvaire correspondant (Szpila, 2009 ; Gennard, 2012 ; Wyss et Cherix 2013). Les principaux critères d'identification des larves de Diptères sont : Structure des stigmates respiratoires postérieurs et forme des crochets buccaux (Szpila, 2009).

### *b. Identification des Diptères adultes*

Le nombre de mouches mâles et femelles a été noté. L'adulte possède deux grands yeux composés. Les yeux de la femelle sont plus espacés que ceux du mâle (Gennard, 2012). Les principaux critères d'identification des Diptères adultes sont : Forme, taille, couleur du thorax, appendices, yeux, stigmates, nervation des ailes, implantation des soies, *etc* (Szpila, 2010 ; Szpila et Andrezej, 2012 ; Wyss et Cherix, 2013).

### **III.2.7. Estimation de l'intervalle *post-mortem* :**

Ces calculs ont été réalisés pour vérifier la fiabilité de la méthode utilisée pour l'estimation du délai *post-mortem* sur le développement des larves. Il s'agit d'un IPM court. Dans ce cas, on fait des calculs pour déterminer la date de ponte de la première génération des Diptères *Calliphoridae*.

Les calculs ont été effectués avec la technique des degrés jours accumulés (ADD) ( Marchenko, 2001).

Les données de la température enregistrées au cours de la période expérimentale ont été utilisées ainsi que celles de la station météorologique la plus proche du site .

Pour qu'une mouche nécrophage puisse se développer, de l'œuf à l'adulte, il faut une somme de températures, spécifique à l'espèce en retenant un seuil minimal ou un indice, également spécifique à l'espèce, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. Lorsque la somme est atteinte, elle correspond au jour de ponte de l'espèce. Cette somme est calculée par la formule suivante :

$$\text{Température accumulée} = \sum (T^{\circ} - I)$$

$T^{\circ}$  : moyenne des températures/ jour,

$I$  : Indice ; température minimale nécessaire au développement de l'espèce.

### **III-2-8-Analyse statistique :**

Le travail a porté sur 2 sangliers sur lesquels diverses parties ont été prélevées puis mises en élevage pour prélèvement ultérieur des diverses espèces de Diptères.

Nous avons d'abord répertorié le dénombrement par espèce puis les délais de sortie des adultes par un graphe comparatif pour les deux sangliers. Nous avons ainsi mis en évidence les espèces les plus précoces et les plus tardives. Le calcul des médianes nous donne le temps au bout duquel la moitié des asticots sont déjà apparus.

Concernant les espèces communes aux deux sangliers, nous avons cherché par un test de  $\chi^2$  s'il existait une homogénéité des distributions entre les 2 bêtes.

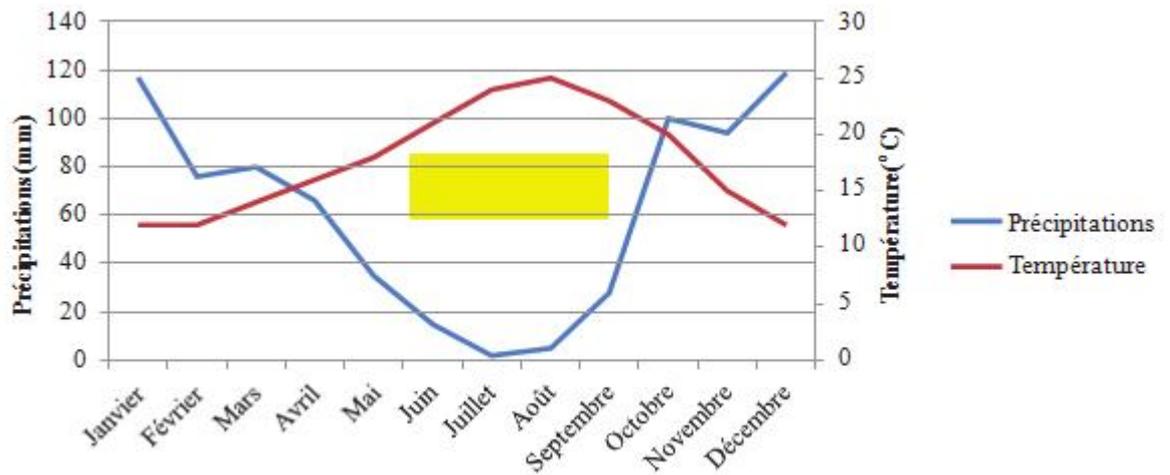
L'analyse a été établie sur Statistica 10 de Statsoft Inc., Tulsa, USA.

# Résultats

## I. Synthèse climatique :

Pour notre synthèse climatique nous avons utilisé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (figure 15) et le climatogramme d’Emberger.

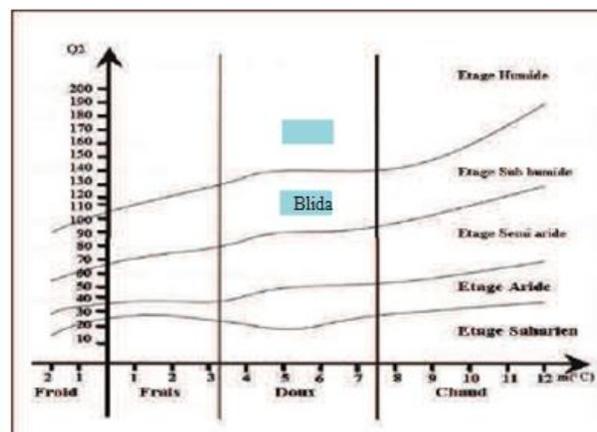
Les principaux paramètres retenus sont la température, l’humidité relative et la vitesse du vent ainsi que le taux des précipitations (Annexe II)



**Figure 15 :** Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Blida (1987,2013)

L’air compris entre deux courbes représente la période sèche, à Blida cette période s’étale entre le mois d’avril et le mois d’octobre.

L’usage de l’expression du quotient pluviothermique a abouti a la valeur de  $Q_2=77,77$  pour la région de Blida (figure 16). Cette valeur rapportée sur le climatogramme d’Emberger montre que la ville de Blida se situe dans l’étage bioclimatique sub-humide à hiver doux.



**Figure 16 :** bioclimatique de la région de Blida selon le climatogramme d’Emberger

La période hiverno-printanière est caractérisés par un climat froid et humide, la valeur minimale de la température moyenne enregistrée à Blida était de 9,7°C, alors que la température moyenne à atteint un maximum de 22,4°C. Le taux d'humidité variait entre 24% à 51%. Les précipitations moyennes journalières ont atteint un record de 8mm. Et pour la vitesse maximale du vent a atteint 33,4Km/h.

## II. Stade de décomposition :

Le processus de décomposition des sangliers à été divisé en quatre stades (Reed, 1958 ; Tantawi, 1996 ; Bharti et Singh, 2003). Il s'agit en l'occurrence de : cadavre frais, gonflé, pourri et désséché. la durée de chaque stade est représentée dans le **Tableau (4)**.

### *a- Cadavre frais :*

Ce stade de décomposition commence au moment de la mort et se poursuit jusqu'à ce que le ballonnement soit évident. Aucun changement morphologique ne s'est produit et aucune odeur de décomposition n'est ressentie.

Cette étape à duré environ 72 heures pour les deux sangliers. (**Figure 17 et 18**).



**Figure 17** : sanglier 01 au stade frais **Figure 18** : sanglier 02 au stade frais

(Photo originale)

(Photo originale)

### *b- Cadavre gonflé :*

Cette étape commence par l'apparition du ballonnement du cadavre et se termine lorsqu'il se dégonfle. La putréfaction est la caractéristique principale du processus de décomposition et commence à ce stade.

Pour le sanglier 01 aucun signe de gonflement n'a été remarqué par rapport au sanglier 02, ou les signes ont été bien visibles. Pour le sanglier 02 (brulé) cette étape a duré environ 216 heures (9jours) (Figure 19)



**Figure 19:** sanglier 02 gonflé (Photo originale)

*c- Cadavre pourri :*

Ce stade est marqué par une forte odeur tout au tour du cadavre avec libération des gaz ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), le dégonflement du cadavre et l'écoulement des fluides. La fin de cette étape est caractérisée par dessèchement des débris, mais aussi par la manifestation de plusieurs fissures au niveau de la peau et cela a cause de l'alimentation des larves de diptères permettant l'entrée de l'air. Ce dernier, à son tour facilite le processus de décomposition aérobie des protéines (Figure 20)



**Figure 20:** le stade pourri, (A) sanglier 01, (B) sanglier 02 (photos originales).

Pour le sanglier brûlé (02) ce stade a été marqué par libération de plusieurs liquides sortant de la partie ventrale et plus précisément où se trouvent les larves de diptères, ce qui a provoqué leur noyade dans ses liquides.

*d- Cadavre desséché :*

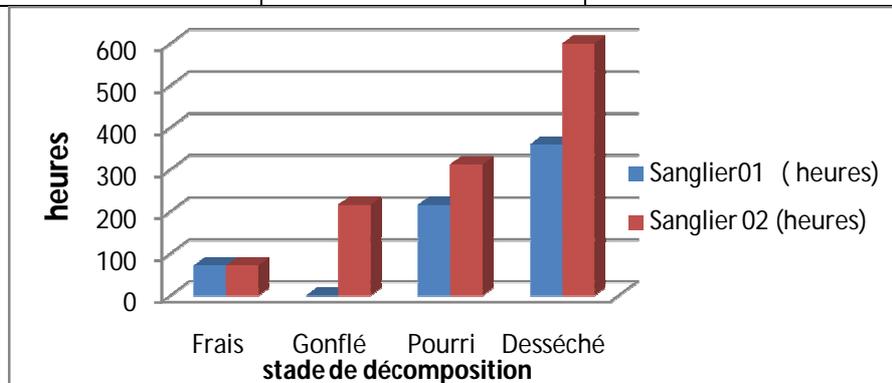
Cette dernière étape se caractérise par un dessèchement total de la peau, du cartilage et des os. L'odeur est généralement toujours présente mais celle d'une peau d'animal séchée. Il est difficile de reconnaître la fin de cette étape en raison de sa longue durée et le manque d'événements marquants. Ce stade à été enregistré après 360 heures pour le sanglier 01 et après 696 heures pour le sanglier 02 (figure 21).



**Figure 21 :** sanglier 01(A), sanglier 02 (B) au stade desséché (Photos originales)

**Tableau 4 :** durée (heures) des décompositions des deux sangliers (Du 23 mars au 23 avril 2014)

Stade de décomposition	Sanglier01	Sanglier 02
Frais	72h	72h
Gonflé	X	216h
Pourri	216h	312h
Desséché	360h (15jours)	600h (1mois)



**Figure 22 :** durée (heures) de chaque stade de décomposition des deux sangliers

**Tableau 5 :** les étapes de décomposition du sanglier 01 selon la température, taux de précipitations et la vitesse du vent enregistré sur le site.

date	Vitesse du vent	Taux de précipitations	Température moyenne	Etat ducadavre
24/03/2014	17km/h	0mm	11°C	Frais
26/03/2014	17km /h	1mm	10°C	Pourri
30/03/2014	7km/h	0mm	13°C	Pourri
31/03/2014	6km/h	0mm	13°C	pourri
03/04/2014	12km/h	8mm	15°C	pourri
07/04/2014	20km/h	0mm	16°C	Desséché
10/04/2014	15km/h	0mm	14°C	Desséché complètement
20/04/2014	12km/h	0mm	19°C	Desséché complètement

**Tableau 6 :** les étapes de décomposition du sanglier 02 selon la température, taux de précipitations et la vitesse du vent enregistré sur le site.

date	Vitesse du vent	Taux de précipitations	Température moyenne	Etat ducadavre
24/03/2014	17km/h	0mm	11°C	Frais
26/03/2014	17km /h	1mm	10°C	gonflé
30/03/2014	7km/h	0mm	13°C	gonflé
31/03/2014	6km/h	0mm	13°C	gonflé
03/04/2014	12km/h	8mm	15°C	gonflé
07/04/2014	20km/h	0mm	16°C	Pourri
10/04/2014	15km/h	0mm	14°C	pourri
20/04/2014	12km/h	0mm	19°C	Desséché

### III. Identification des espèces capturées :

- a- Résultats des espèces issues de l'élevage des larves prélevées sur les deux sangliers :** Les résultats de l'identification des espèces issues de l'élevage des larves prélevées sur chaque sanglier, sont consignés dans le **Tableau 7**

**Tableau 7** : les résultats des prélèvements et identification des adultes diptères issus de l'élevage.

Nombre d'asticot	Date des prélèvements	La partie prélevée	Date de mise en élevage	Date de sortie des adultes	identification
120	26/03/2014	Sanglier01 blessure	27/03/2014	07/04/2014 <i>Luciliasericata</i> 12/04/2014 <i>Calliphora vicina</i>	<i>Luciliasericata</i> <b>74</b> <i>Calliphoravicina</i> <b>32</b> <i>Calliphoraloewi</i> <b>01</b>
30	30/03/2014	Sanglier01 tête	02/04/2014	11/04/2014 <i>Luciliasericata</i> 14/04/2014 <i>calliphora vicina</i>	<i>Luciliasericata</i> <b>15</b> <i>Calliphora vicina</i> <b>5</b>
30	30/03/2014	Sanglier02 tête	02/04/2014	12/04/2014 <i>Luciliasericata</i>	<i>Luciliasericata</i> <b>20</b>
30	31/03/2014	Sanglier01 blessure	02/04/2014	14/04/2014 <i>Calliphora vicina</i> 11/04/2014 <i>Luciliasericata</i>	<i>Luciliasericata</i> <b>10</b> <i>Calliphora vicina</i> <b>20</b>
26	31/03/2014	Sanglier01 ventre	02/04/2014	19/04/2014 <i>Calliphora vomitoria</i>	<i>Calliphora vomitoria</i> <b>24</b>
29	03/04/2014	Sanglier01 dos et blessure	06/04/2014	21/04/2014 <i>Calliphora vomitoria</i>	<i>Calliphora vomitoria</i> <b>29</b>
70	03/04/2014	Sanglier02 ventre	06/04/2014	19/04/2014 <i>Calliphora vomitoria</i> 13/04/2014 <i>Luciliasericata</i>	<i>Luciliasericata</i> <b>35</b> <i>Calliphora vomitoria</i> <b>26</b>
50	07/04/2014	Sanglier02 dos	08/04/2014	16/04/2014 <i>Luciliasericata</i> 22/04/2014 <i>Calliphora vomitoria</i>	<i>Luciliasilvarum</i> <b>2</b> <i>Luciliasericata</i> <b>10</b> <i>Calliphora vomitoria</i> <b>35</b>
35	07/04/2014	Sanglier01 ventre et blessure	08/04/2014	18/04/2014 <i>Luciliasericata</i> 22/04/2014 <i>Calliphora vomitoria</i> 19/04/2014 <i>Calliphora vicina</i>	<i>Luciliasericata</i> <b>12</b> <i>Luciliaampullacia</i> <b>2</b> <i>Calliphora vicina</i> <b>10</b> <i>Calliphora vomitoria</i> <b>9</b>
38	10/04/2014	Sanglier02 ventre	14/04/2014	Impossible de calculé l'IPM	<i>Luciliasilvarum</i> <b>29</b>
6	20/04/2014	Sanglier02 ventre	22/04/2014	05/05/2014	<i>Luciliasericata</i> <b>6</b>

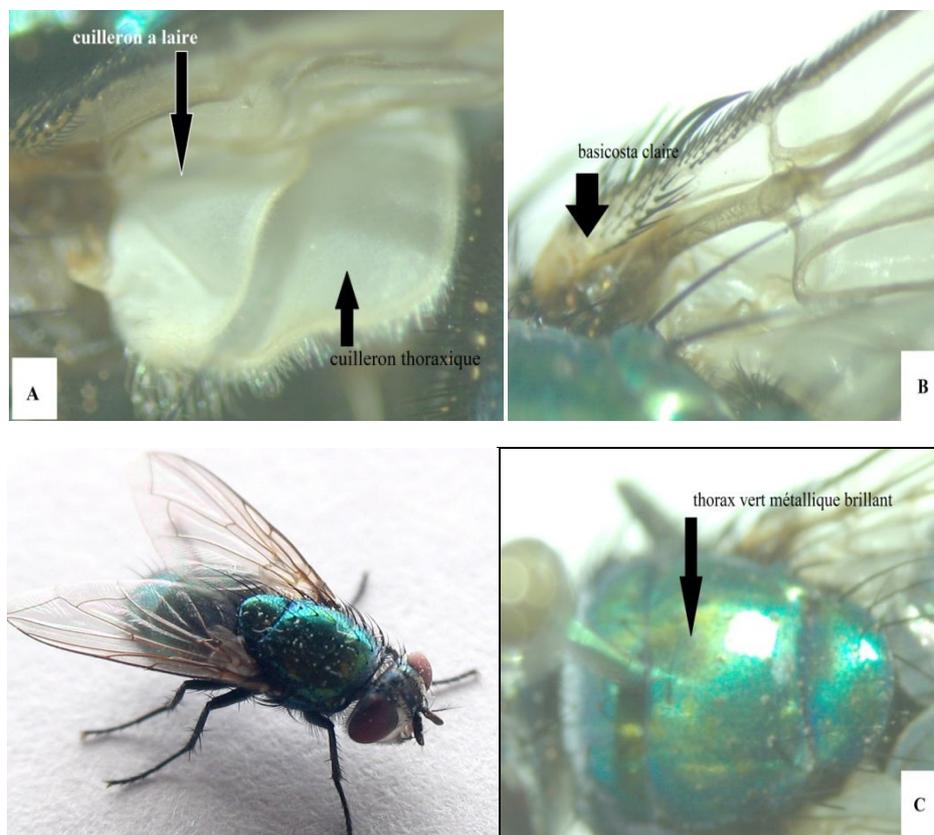
Les résultats enregistrés révèlent que :

- *Luciliasericata*, *Calliphora vicina* et *Calliphora loewi*, ont pondus les premiers sur le sanglier 01 (le sanglier vidé de ces organes internes).
- Il est signalé que *Luciliasericata*, a été retrouvé tout au long de l'expérimentation, jusqu'au 20 Avril 2014.

Pour ce qui est du sanglier 02 *L. sericata*, a été prélevé en premier. Vers la fin du stade gonflé, l'incision ventrale de l'animal, a été colonisée par les larves de *Calliphora vomitoria* et *Luciliasilvarum*, a été en revanche, très abondante au stade pourri du sanglier 02 mais complètement absente sur le sanglier 01.

## b. Identification:

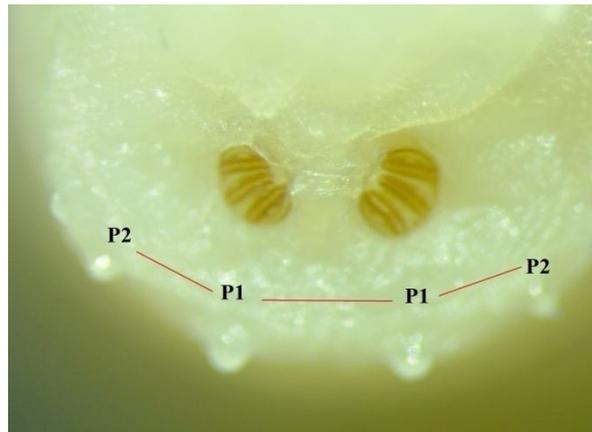
### b<sub>1</sub>. identification des diptères issus de l'élevage :



**Figure 23 :** *Luciliasericata* (Meigen ,1826) (Diptera : *Calliphoridae*) (photos originales)

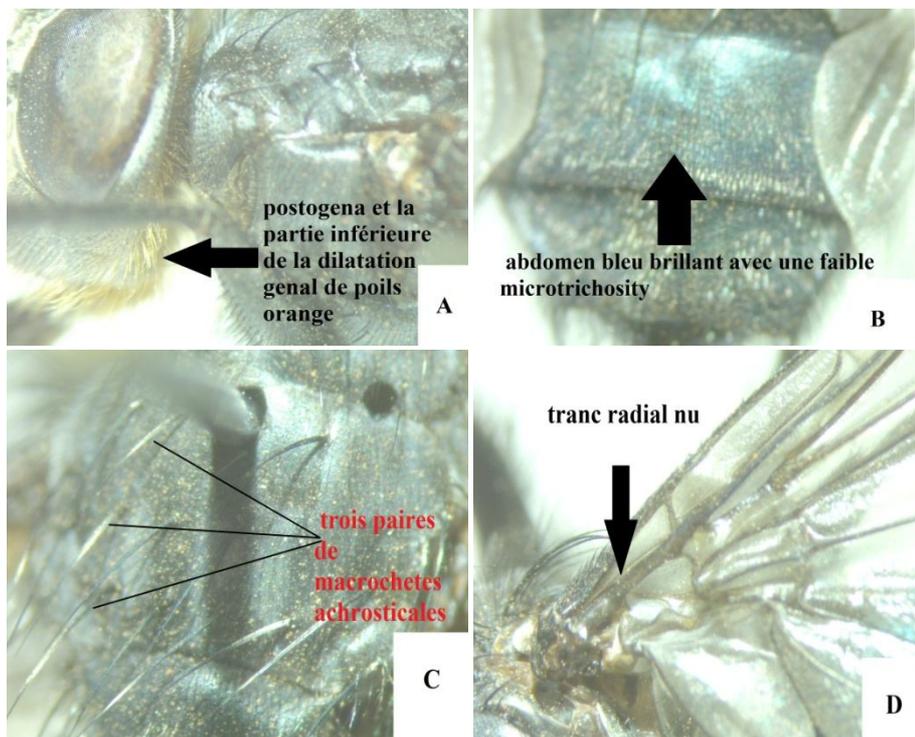
(A) cuilleron thoracique nu (B) basicosta claire (C) thorax vert métallique brillant.

-Identification de la larve :

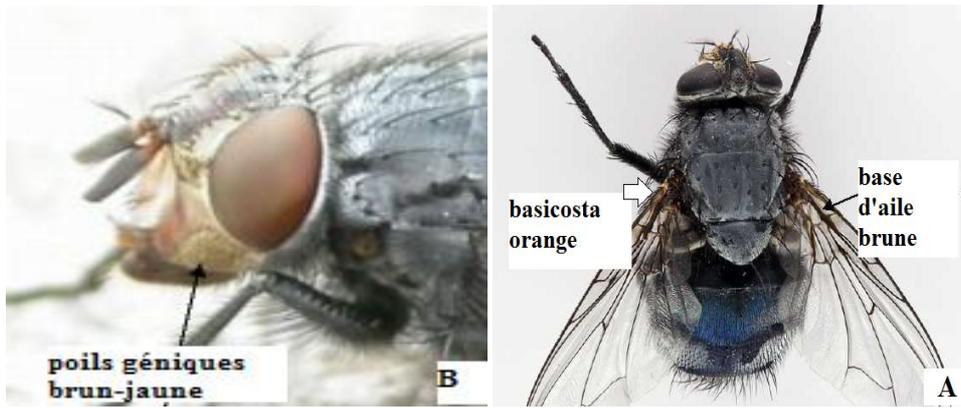


**Figure 24** : larve de *Luciliasericata* (Meigen ,1826) (Diptera : *Calliphoridae*)  
(Photo originale)

La distance entre les P1 et la même que celle entre P1 et P2



**Figure 25** : *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) (Diptera : *Calliphoridae*) (photo originales) (A) poils génique roux (B) abdomen bleu brillant (C) trois paire de macrochetesachrosticales

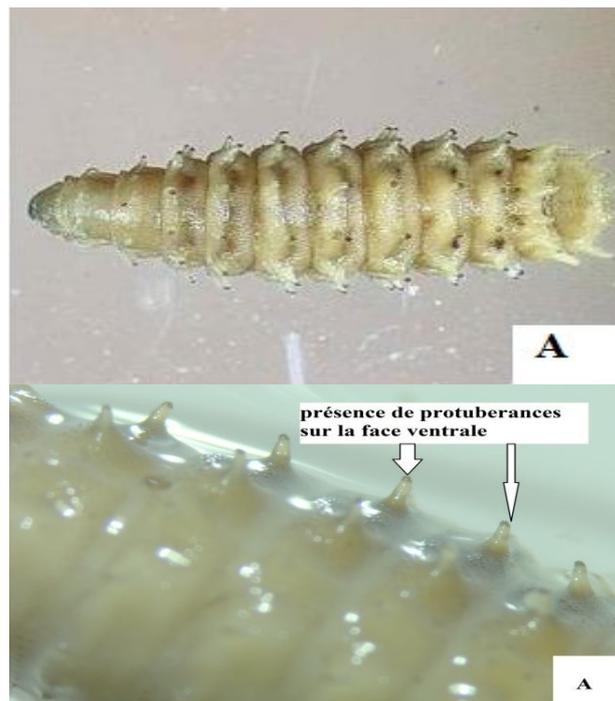


**Figure 26 :** *Calliphora vicina* (Linnaeus, 1758) (Diptera : *Calliphoridae*)

(Photos originales)

(A) base d'aile brune ainsi qu'un basicosta orange (B) poils géniques brun-jaune.

-*Chrysomyaalbiceps* : bien que les larves ont été mis en élevage mais il y'a pas eu d'évolution après le stade pupa.

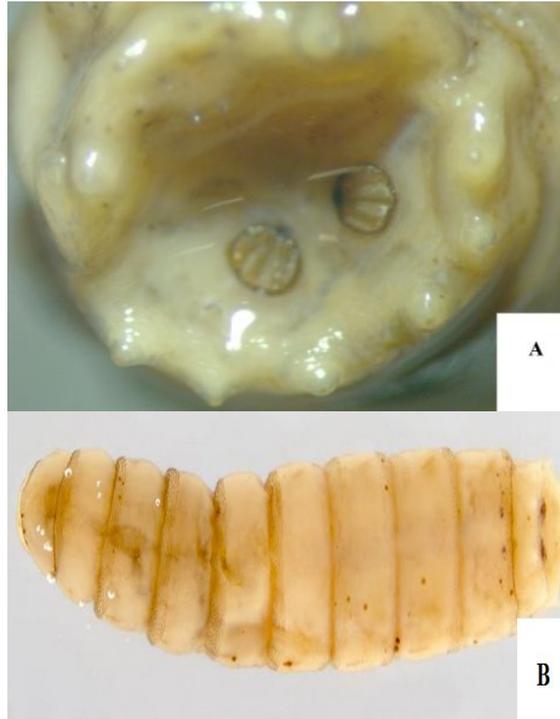


**Figure 27 :** larve de *Chrysomyaalbiceps* (Wiedemann, 1819)

(Diptera : *Calliphoridae*) (Photo originale)

(A) morphologie générale (B) présence de protubérances sur la face ventrale.

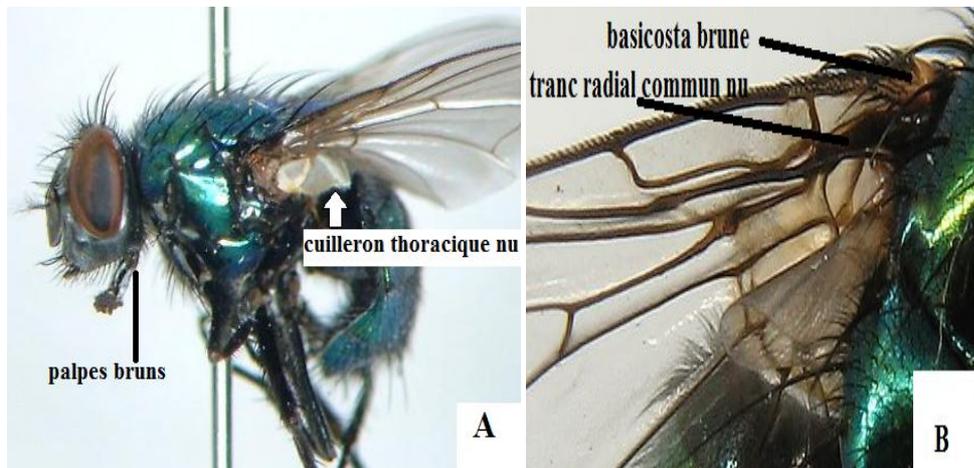
-identification de la larve :



**Figure 28** : larve de *Calliphora vicina* (Linnaeus, 1758) (Diptera : *Calliphoridae*)

(Photos originales)

(A) plaque stigmatique avec un pérित्रème ferme (B) morphologie générale de la larve.



**Figure 29** : *Luciliasilvarum* (Meigen, 1826) (Diptera : *Calliphoridae*)

(Photos originales)

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

*b*<sub>2</sub>-identification des diptères capturés des pièges :

Comme pour les diptères issus de l'élevage on a :

-*Luciliasericata*

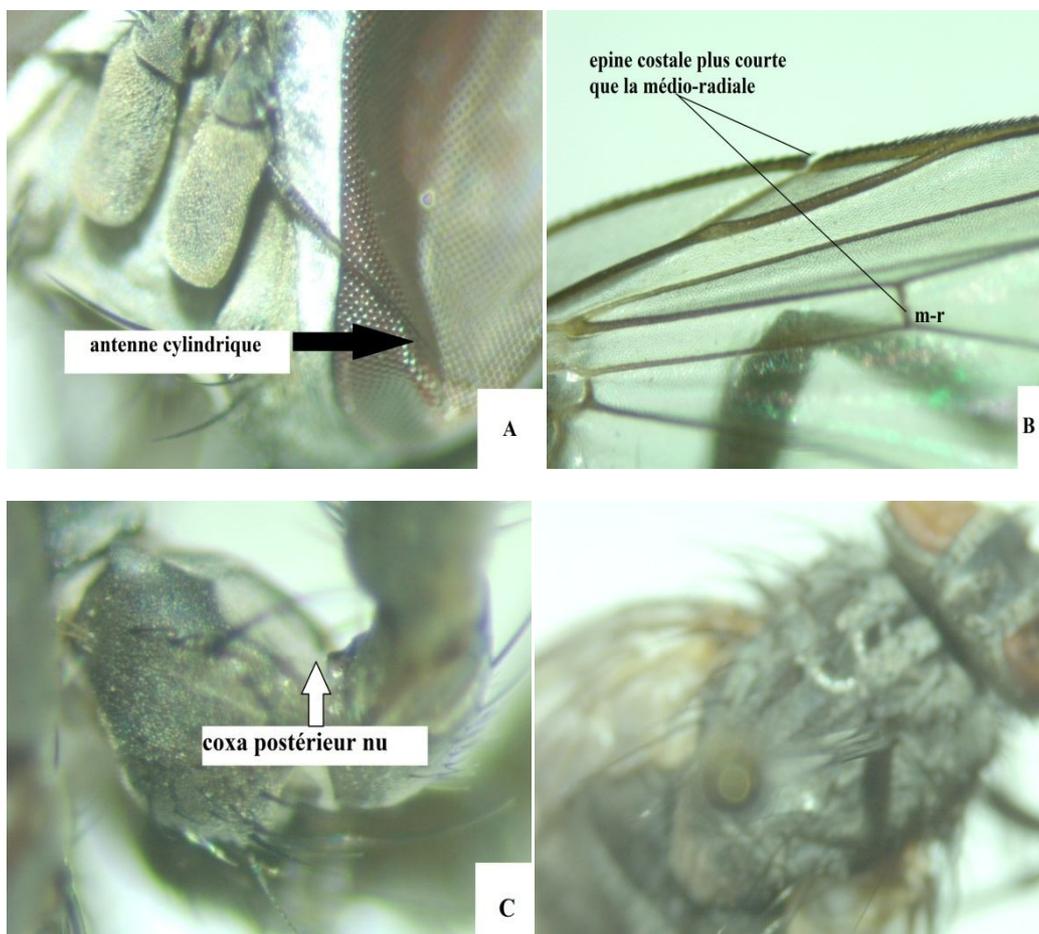
-*Luciliasilvarum*

-*Calliphoravicina*

-*Calliphora vomitoria*

Mais aussi :

-*Wohlfahrtianuba* :

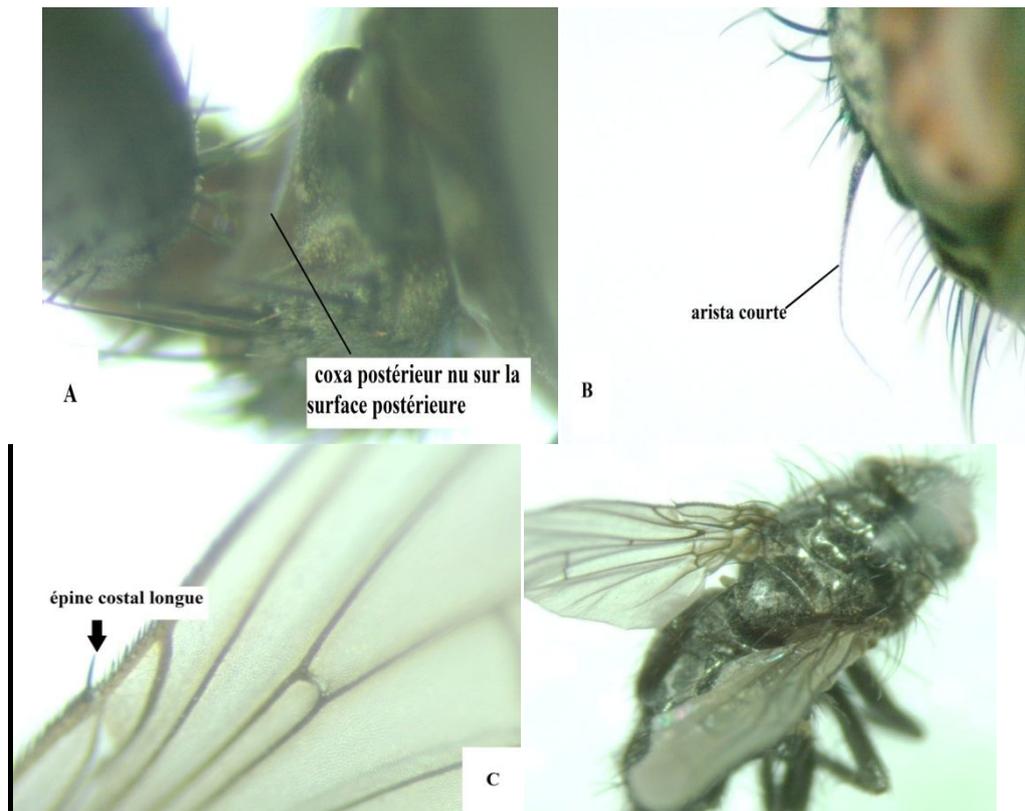


**Figure 30:**grouped' espèce *Wohlfahrtianuba*(Wiedemann, 1830)

(Diptera : *Sarcophagidae*) (Photos originales)

(A) antenne cylindrique (B) épine costale plus courte que la médio-radiale  
(C) coxa postérieur nu

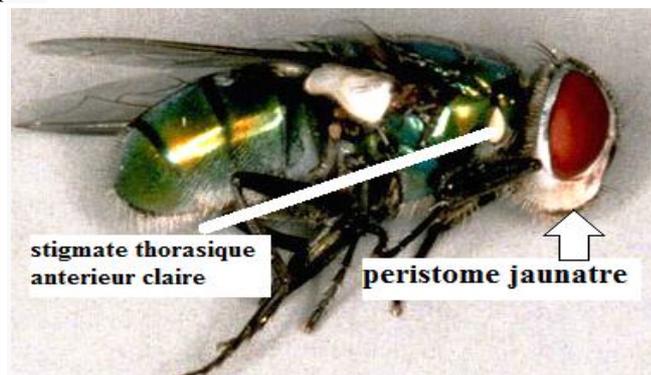
-*Sarcotachinaumbrinervis* :



**Figure 31:***Sarcotachinaumbrinervis* (Villeneuve, 1910)  
(Diptera : *Sarcophagidae*) (Photos originales)

(A) coxa postérieur nu sur la face postérieur (B) arista courte (C) épine costal longue.

- *Chrysomyaalbiceps* :



**Figure 32 :***Chrysomyaalbiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera :*Calliphoridae*)  
(photo originale)

Présence de stigmatte thoracique antérieur claire et d'un péristome jaunâtre.

**Tableau 8:** Nombre des individus par espèces identifiées issus de l'élevage.

	Espèces identifiées	Délai de sortie (jours)	Sanglier	Nombre de diptères	Temps élevage (jours)
1	<i>Calliphora loewi</i>	16	1	1	0
2	<i>Calliphora vicina</i>	16	1	32	0
2	<i>Calliphora vicina</i>	12	1	5	6
2	<i>Calliphora vicina</i>	9	1	20	6
2	<i>Calliphora vicina</i>	11	1	10	12
3	<i>Calliphora vomitoria</i>	17	1	24	6
3	<i>Calliphora vomitoria</i>	15	1	29	10
3	<i>Calliphora vomitoria</i>	11	1	9	12
3	<i>Calliphora vomitoria</i>	7	2	26	12
3	<i>Calliphora vomitoria</i>	14	2	35	12
4	<i>Lucilia ampullacia</i>	14	1	2	12
5	<i>Lucilia sericata</i>	11	1	74	0
5	<i>Lucilia sericata</i>	9	1	15	6
5	<i>Lucilia sericata</i>	12	1	10	6
5	<i>Lucilia sericata</i>	10	1	12	12
5	<i>Lucilia sericata</i>	10	2	20	6
5	<i>Lucilia sericata</i>	13	2	35	10
5	<i>Lucilia sericata</i>	14	2	10	12
5	<i>Lucilia sericata</i>	13	2	6	26
6	<i>Lucilia silvarum</i>	8	2	2	12
6	<i>Lucilia silvarum</i>	0	2	29	18

Les calculs des médianes nous révèlent le délai de sortie de chaque espèce de Diptères identifiées après leur émergence (Annexe III)

**Délai de sortie :**

Moyenne 12.1 jours, médiane 12.0 jours. La moitié des adultes émergent avant le 12 jours.

Espèce la plus précoce : *Lucilia sericata* en 11 jours.

Espèce la plus tardive : *Calliphora vomitoria* en 12 jours.

**Tableau 9:** délai de l'émergence des Diptères après le calcul de la médiane

Espèce	Moyenne ± SE (jours)	Médiane (jours)	Min (jours)	Max (jours)
<i>Calliphora vicina</i>	12,0 ± 1,47	11,5	9,0	16,0
<i>Luciliasericata</i>	11,5 ± 0,63	11,5	9,0	14,0
<i>Calliphora vomitoria</i>	12,8 ± 1,74	14,0	7,0	17,0

SE: standard error of mean ( $\frac{s}{\sqrt{n}}$ )

**-Foisonnement des espèces (annexe III):**

**Tableau 10 :** foisonnement de toutes les espèces trouvées sur les deux sangliers

Espèces	Sanglier 1	Sanglier 2	Total
<i>Calliphora loewi</i>	1	0	1
<i>Calliphora vicina</i>	67	0	67
<b><i>Calliphora vomitoria</i></b>	<b>62</b>	<b>61</b>	<b>123</b>
<i>Luciliaampullacia</i>	2	0	2
<b><i>Luciliasericata</i></b>	<b>111</b>	<b>71</b>	<b>182</b>
<i>Luciliasilvarum</i>	0	31	31
<b>Total</b>	<b>243</b>	<b>163</b>	<b>406</b>

Ce foisonnement des espèces nous aide à mieux constater les Diptères dominants dans cette étude.

- -*Calliphora vomitoria* et *Luciliasericata* sont les *Calliphoridae* les plus répondues avec respectivement un total de 123 et 182 des 406 espèces identifiées.
- -*Calliphora vicina* est classée comme étant la deuxième après *Luciliasericata* dans son abondance dans le sanglier 01, mais complètement absente dans le sanglier 02.

**c. résultat des larves identifiées et conservées après leur prélèvement :**

**Tableau 11 :** les effectifs totaux et l'abondance relatifs des larves selon les deux cadavres.

ordre	famille	espèce	sanglier 01		sanglier 02	
			effectif	%	effectif	%
Diptère	<i>Calliphoridae</i>	<i>Calliphora vicina</i>	73	32,88	0	0
		<b><i>Calliphora vomitoria</i></b>	<b>115</b>	<b>51,80</b>	<b>73</b>	<b>93,58</b>
		<i>Luciliasericata</i>	<b>16</b>	<b>7,20</b>	<b>5</b>	<b>6,41</b>
		<i>Luciliaampullacia</i>	8	3,60	0	0
		<i>Luciliasilvarum</i>	7	3,15	0	0
		<i>Chrysomyaalbiceps</i>	3	1,35	0	0
<b>Total</b>		<b>222</b>	<b>100</b>	<b>78</b>	<b>100</b>	

Un test de  $\chi^2$  montre que pour les 2 espèces communes aux 2 sangliers (*Calliphora vomitoria* et *Luciliasericata*), la différence n'est pas significative ( $\chi^2=3.35$  ;  $p=0,067>0,05$ ) (annexe)

La seule famille présente est celle des *Calliphoridae*.

-pour le sanglier 01 les espèces appartenant à la famille des *Calliphoridae* les plus représentatifs sont : *Calliphora vicina* et *Calliphora vomitoria* avec respectivement 51,8% et 32,8% des effectifs totaux, suivis par : *Luciliasericata* avec 7,20% et *Luciliaampullacia* avec 3,60% suivie par *Luciliasilvarum* (3,15%) et *Chrysomyaalbiceps* (1,35%) (Figure 22).

- en ce qui concerne le sanglier 02 les espèces appartenant à la famille des *Calliphoridae* les plus fréquentes sont *Calliphora vomitoria* avec 93,58% des effectifs totaux suivie par *Luciliasericata*(6,41%) (Figure 22)

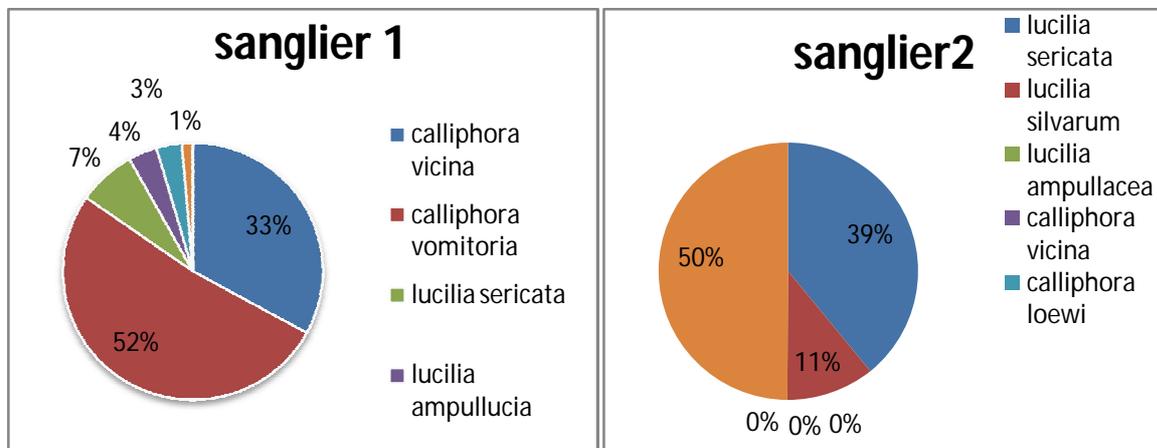


Figure 33 : Répartition des diptères issus de l'élevage selon les deux sangliers.

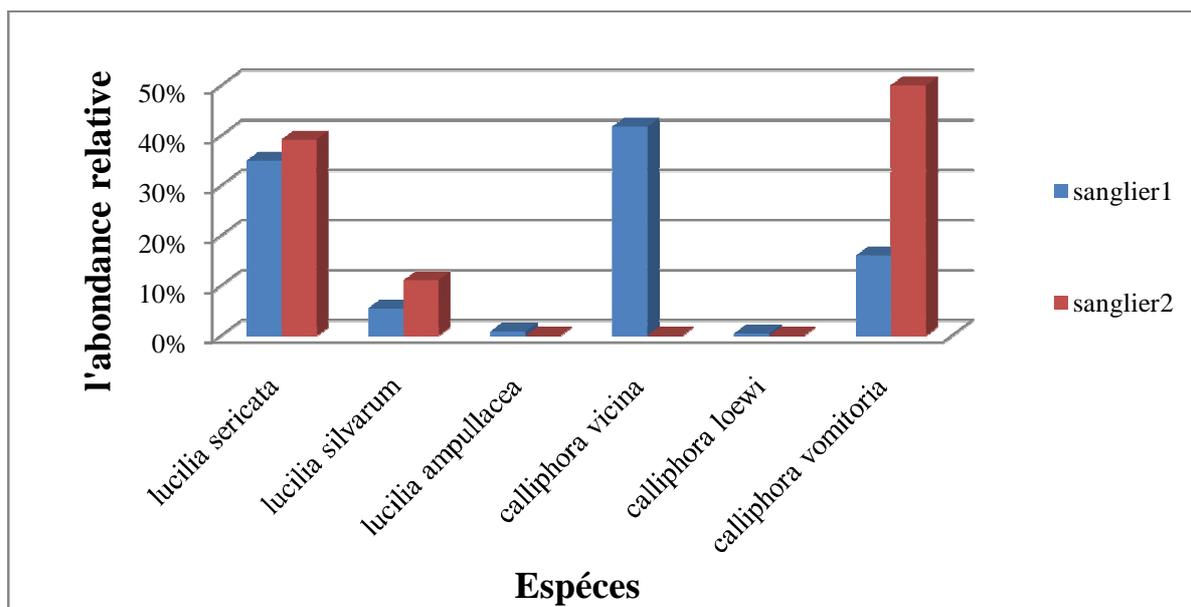


Figure 34 : abondance relative des espèces de diptères issus de l'élevage

#### IV. Succession des insectes capturés :

L'abondance absolue de chaque individu selon les stades de décomposition est consignée dans les tableaux 12 et 13

**Tableau 12 :** Abondance absolue des individus capturés des pièges du sanglier 01

Stade de décomposition Espèce	frais	pourri	desséché
<i>Luciliasericata</i>	0	120	8
<i>Luciliaampullacia</i>	0	0	1
<i>Luciliasilvarum</i>	0	12	0
<i>Calliphora vicina</i>	0	98	30
<i>Calliphora vomitoria</i>	0	60	27
<i>Wohlfahrtianuba</i>	0	5	1
<i>Sarcotachinaumbrinervis</i>	0	0	2
<i>Chrysomyaalbiceps</i>	1	0	12

**Tableau 13:** Abondance absolue des individus capturés des pièges du sanglier 02

Stade de décomposition Espèce	frais	gonflé	pourri	desséché
<i>Luciliasericata</i>	0	20	3	3
<i>Luciliaampullacia</i>	0	0	0	0
<i>Luciliasilvarum</i>	0	0	12	0
<i>Calliphora vicina</i>	0	0	0	0
<i>Calliphora vomitoria</i>	0	10	15	0
<i>Wohlfahrtianuba</i>	0	0	1	0
<i>Sarcotachinaumbrinervis</i>	0	0	0	0
<i>Chrysomyaalbiceps</i>	0	0	0	0

L'arrivée des Diptères sur les deux cadavres diffère selon l'état de décompositions. Pour ce qui est du sanglier 01, Dans la première examinât qui s'est déroulée sur le cadavre du sanglier 01 (vidé de ces organes interne), *Chrysomyaalbiceps*, est la seule espèce qui a été rencontrée sur le cadavre à l'état frais. A partir du stade pourri

plusieurs Diptères, ont été observés: les mouches ont colonisé la blessure et l'incision ventrale du cadavre.

*Luciliasericata* et *calliphora vicina* étaient les premiers colonisateurs et ont continué leur activité jusqu'au dernier stade de décompositions du cadavre.

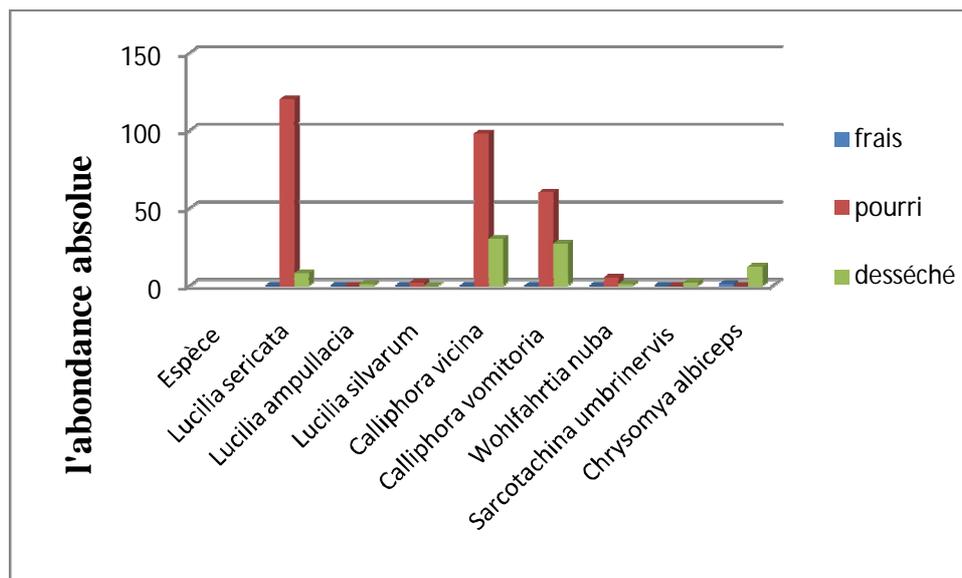
Le stade pourri a aussi été marqué par l'abondance *Calliphora vomitoria*.

On note aussi l'apparition au stade pourri d'une espèce appartenant à la famille *Sarcophagidae* et qui fait partie à un groupe d'espèce *Wohlfahrtianuba*.

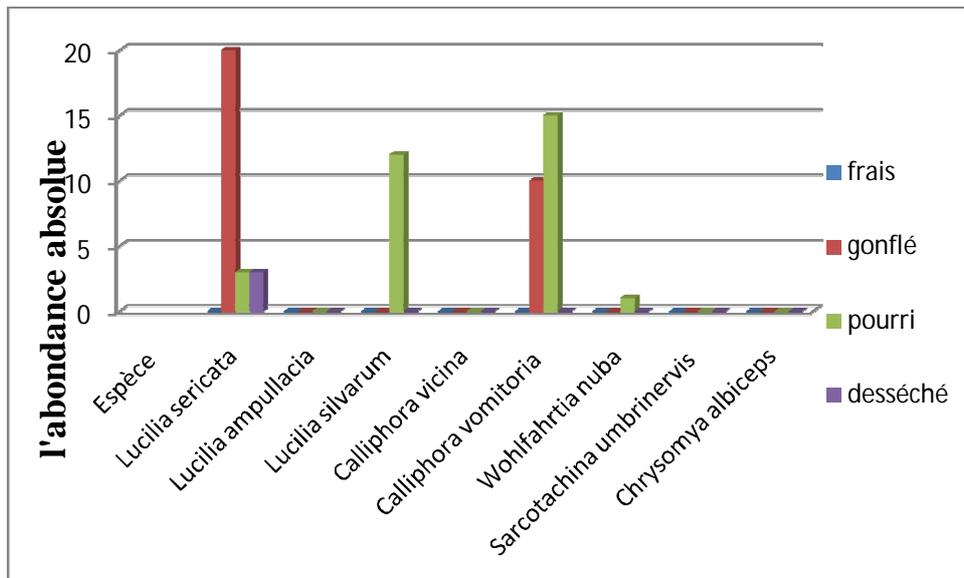
L'espèce *Sarcotachinaumbrinervis* appartenant à la famille *Sarcophagidae* a été observée au stade desséché, suivi par *Chrysomyaalbiceps* (Figure 34)

Pour le sanglier 02 aucune activité d'insecte n'a été observée dans les trois premiers jours après suivant son dépôt dans la cage.

Au début du stade gonflé, les premiers *Calliphoridae* à savoir :*Luciliasericata* et *Calliphora vomitoria* sont apparues. D'autres diptères : *Luciliasilvarum* et *Wohlfahrtianuba* se succède sur le cadavre en décomposition que. Avec le dessèchement du cadavre seul *Luciliasericata* reste active toute au tour du cadavre (Figure 35)



**Figure35** : abondance absolue des espèces capturées sur le sanglier 01selon les stades de décomposition



**Figure36:** abondance absolue des espèces capturées sur le sanglier 02 selon les stades de décomposition

## V. Estimation de l'IPM :

Ce calcul a été basé sur l'estimation des périodes de pontes pour les espèces de la première escouade.

### V.1.Sanglier 01 :

Le calcul a été réalisé en se basant sur les espèces de premières générations.

Il s'agit de :

*a-Lucilia sericata* :

Pour cette espèce un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9°C (Marchenko, 2001 ; Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le 07 Avril 2014, la valeur de 211,25°C se trouve atteinte le 23 Mars 2014. Intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Lucilia sericata* (Tableau 14).

On constate que le calcul a donné une estimation exacte à la date de la mort qui correspond au 23 Mars 2014.

*b-Calliphora vicina* :

Pour cette espèce un cumul de 388°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 2°C (Marchenko, 2001 ; Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le 12 Avril 2014, la valeur de 390,35°C se trouve atteinte le 23 Mars 2014. Intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Calliphora vicina*.

On constate que le calcul a donné une estimation exacte à la date de la mort qui correspond au 23 Mars 2014 (Tableau 15).

**Tableau 14** : Calcul de l'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 01 (*Luciliasericata*)

<b>Calcul de L'intervalle Post Mortem</b>			
<b>Date</b>	<b>Température Moyenne</b>	<b>Espèce 01</b>	<b>Développement</b>
		<i>Luciliasericata</i>	
<b>07/04/2014</b>	<b>24 °C</b>	<b>0</b>	<b>date de l'émergence</b>
<b>06/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>15</b>	
<b>05/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>30</b>	
<b>04/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>45</b>	
<b>03/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>60</b>	
<b>02/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>75</b>	
<b>01/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>90</b>	
<b>31/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>105</b>	
<b>30/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>120</b>	
<b>29/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>135</b>	
<b>28/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>150</b>	
<b>27/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>165</b>	<b>date de la mise en élevage</b>
<b>26/03/2014</b>	<b>10,2°C</b>	<b>186</b>	<b>date du prélèvement</b>
<b>25/03/2014</b>	<b>12,45°C</b>	<b>193,2</b>	
<b>24/03/2014</b>	<b>11,6°C</b>	<b>202,65</b>	
<b>23/03/2014</b>	<b>14,45°C</b>	<b>211,25</b>	<b>date de la ponte</b>
<b>22/03/2014</b>	<b>14°C</b>	<b>222,7</b>	

**Tableau 15:** calcul de l'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 01  
(*Calliphora vicina*)

<b>Calcul de L'intervalle Post Mortem</b>			
<b>Date</b>	<b>Température Moyenne</b>	<b>Espèce 02</b>	<b>Développement</b>
		<i>Calliphora vicina</i>	
<b>12/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>0</b>	<b>date de l'émergence</b>
<b>11/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>22</b>	
<b>10/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>44</b>	
<b>09/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>66</b>	
<b>08/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>88</b>	
<b>07/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>110</b>	
<b>06/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>132</b>	
<b>05/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>154</b>	
<b>04/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>176</b>	
<b>03/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>198</b>	
<b>02/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>220</b>	
<b>01/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>242</b>	
<b>31/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>264</b>	
<b>30/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>286</b>	
<b>29/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>308</b>	
<b>28/03/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>330</b>	<b>date de la mise en élevage</b>
<b>27/03/2014</b>	<b>12,1°C</b>	<b>352</b>	
<b>26/03/2014</b>	<b>10,2°C</b>	<b>362,1</b>	
<b>25/03/2014</b>	<b>12,45°C</b>	<b>370,3</b>	
<b>24/03/2014</b>	<b>11,6°C</b>	<b>380,75</b>	
<b>23/03/2014</b>	<b>14,45°C</b>	<b>390,35</b>	<b>Date de la ponte</b>
<b>22/03/2014</b>	<b>11,6°C</b>	<b>402,8</b>	
<b>21/03/2014</b>	<b>14,45°C</b>	<b>412,4</b>	

**V.2.Sanglier 02 :**

Le calcul a été réalisé à partir des espèces de la première génération il s'agit de :

*a-Luciliasericata :*

Pour cette espèce un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 9°C (Marchenko, 2001 ; Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le 12 Avril 2014, la valeur de 206,85°C se trouve atteinte le 23 Mars 2014. Intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Luciliasericata* (Tableau 16)

On constat que le calcul a donné une estimation exacte de la date mort qui correspond au 23 Mars 2014.

*b- Calliphora vomitoria :*

Pour cette espèce un cumul de 472 °C est nécessaire pour obtenir un adulte à partir de la ponte, en retenant un seuil minimal de 3°C (Marchenko, 2001 ; Wyss et Cherix, 2013), en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le 22 Avril 2014, la valeur de 474,1°C se trouve atteinte le 23 Mars 2014. Intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Calliphora vomitoria*.

On constat que le calcul a donné une estimation proche à la date de la mort qui correspond au 23 Mars 2014 (Tableau 17).

**Tableau 16** :Calcul de l'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 02  
(*Luciliasericata*)

<b>Calcul de L'intervalle Post Mortem</b>			
<b>Date</b>	<b>Température Moyenne</b>	<b>Espèce 01</b>	
		<i>Luciliasericata</i>	<b>Développement</b>
<b>12/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>0</b>	<b>date de sortie des adultes</b>
<b>11/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>15</b>	
<b>10/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>30</b>	
<b>09/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>45</b>	
<b>08/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>60</b>	
<b>07/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>75</b>	
<b>06/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>90</b>	
<b>05/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>105</b>	
<b>04/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>120</b>	
<b>03/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>135</b>	
<b>02/04/2014</b>	<b>24°C</b>	<b>150</b>	<b>Date de la mise en élevage</b>
<b>01/04/2014</b>	<b>17,3°C</b>	<b>165</b>	
<b>31/03/2014</b>	<b>13,35°C</b>	<b>173,3</b>	
<b>30/03/2014</b>	<b>13,2°C</b>	<b>177,65</b>	<b>Date du prélèvement</b>
<b>29/03/2014</b>	<b>18,75°C</b>	<b>181,85</b>	
<b>28/03/2014</b>	<b>13,9°C</b>	<b>191,6</b>	
<b>27/03/2014</b>	<b>12,1°C</b>	<b>196,5</b>	
<b>26/03/2014</b>	<b>10,2°C</b>	<b>199,6</b>	
<b>25/03/2014</b>	<b>12,45°C</b>	<b>200,8</b>	
<b>24/03/2014</b>	<b>11,6°C</b>	<b>204,25</b>	
<b>23/03/2014</b>	<b>14,45°C</b>	<b>206,85</b>	<b>Date de la ponte</b>
<b>22/03/2014</b>	<b>11,6°C</b>	<b>212,3</b>	

**Tableau 17** : Calcul de l'IPM à partir des données de l'expérience réalisée sur le sanglier 02  
(*Calliphora vomitoria*)

Calcul de L'intervalle Post Mortem			
Date	Température Moyenne	Espèce 02	Développement
		<i>Calliphora vomitoria</i>	
22/04/2014	24°C	0	Date de l'émergence
21/04/2014	24°C	21	
20/04/2014	24°C	42	
19/04/2014	24°C	63	
18/04/2014	24°C	84	
17/04/2014	24°C	105	
16/04/2014	24°C	126	
15/04/2014	24°C	147	
14/04/2014	24°C	168	
13/04/2014	24°C	189	
12/04/2014	24°C	210	
11/04/2014	24°C	231	
10/04/2014	24°C	252	
09/04/2014	24°C	273	
08/04/2014	24°C	294	Date de la mise en élevage
07/04/2014	16,25°C	315	Date du prélèvement
06/04/2014	14,8°C	328,25	
05/04/2014	15,1°C	340,05	
04/04/2014	15,3°C	352,15	
03/04/2014	15,45°C	364,45	
02/04/2014	22,4°C	376,9	
01/04/2014	17,3°C	396,3	
31/03/2014	13,35°C	410,6	
30/03/2014	13,2°C	420,95	
29/03/2014	18,75°C	431,15	
28/03/2014	13,9°C	446,9	
27/03/2014	12,1°C	457,8	
26/03/2014	10,2°C	466,9	
25/03/2014	12,45°C	474,1	Date de la ponte
24/03/2014	11,6°C	483,55	
23/03/2014	14,45°C	492,15	

# Discussion

La dégradation d'un cadavre et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et ils sont influencés par de nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques (Wells et Lamotte, 1995 ; Campobasso *et al.*, 2001). Dans ce cadre d'étude les facteurs intrinsèques sont la saison le biotope. Pour les facteurs extrinsèques on a l'intégrité et la calcination des deux cadavres laissés à l'air libre.

Nos observations indiquent que les populations des insectes nécrophages subsistent la saison froide. Malgré l'appauvrissement remarquable dans les familles des Diptères, les *Calliphoridae* étaient prédominants. Les mêmes observations ont été notées au Portugal par Castro (2011), en France par Charabidze *et al.* (2012) et en Suisse par Wyss et Cherix (2013).

Durant toute la période de notre étude, les Diptères *Calliphoridae* et *Sarcophagidae* étaient les premiers colonisateurs.

A partir des années soixante jusqu'à nos jours, beaucoup d'autres chercheurs se sont intéressés à l'étude de la succession des insectes nécrophages sur les cadavres des vertébrés (Payne, 1965 ; Early et Goff, 1986 ; Tullis et Goff, 1987 ; Anderson et Van Laerhoven, 1996 ; Richards et Goff, 1997 ; Bharti et Singh, 2003 ; Schroeder *et al.*, 2003 ; Arnaldos *et al.*, 2004 ; Grassberger et Frank, 2004 ; Matuszewski *et al.*, 2001 ; Al-Mesbah, 2010 ; Segura *et al.*, 2011 ; Castro, 2011 ; Wahizatul et Wuen, 2011 ; Benbow *et al.*, 2013 ; Horenstein *et al.*, 2013 ; Pastula et Merritt, 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

Dans notre étude le premier cadavre a été réduit au stade desséché au bout de 15 jours avec un total de 222 individus et le deuxième cadavre s'est décomposé au bout d'un mois avec 100 individus colonisateurs. Cette différence est forcément due à la saison froide dans laquelle nous avons travaillé, allant du 23 Mars au 23 avril 2014 et aux états des cadavres vu que l'un a été vidé de ces organes internes et l'autre incendié.

La vitesse de décomposition des deux cadavres est nettement différente. Dans une étude faite par Marcel Leclercq (1996) au mois de juillet sur un cadavre d'un jeune sanglier placé dans un milieu forestier en France. Le corps a été réduit au stade squelettique en 10 jours avec un total de 35 espèces observées (Leclercq, 1996).

Très peu d'études ont été publiées concernant l'influence du feu sur la colonisation post-mortem (Anderson, 2009).

Cependant, ces études mettent en évidence une colonisation différentielle des corps brûlés par rapport au non incendiés (Avila et Goff, 1998). Les corps brûlés attirent plus précocement les insectes (craquement de l'épiderme fournissant des zones propices à l'oviposition) que ceux n'ayant pas été brûlés (Avila et Goff, 1998 ; Anderson, 2009).

Toutefois, nous avons retrouvé les mêmes insectes sur les deux cadavres (brûlés et non brûlés). L'importance de la colonisation entomologique est en fonction du taux d'incinération du corps (Anderson, 2009). Pour que celui-ci reste attractif pour les insectes, la carbonisation doit être partielle, il doit rester sur le corps des masses musculaires humides sans coagulation totale des protéines par la chaleur. De plus le

carburant utilisé doit être volatil et rapidement éliminé sans peine de jouer le rôle de substance répulsive pour les insectes (Dekeirsschieter, 2012).

Lors d'une enquête judiciaire décrite par Marcel Leclercq en (1993), un corps d'une petite fille âgée de 10 ans a été découvert partiellement carbonisé, après l'autopsie ils ont déduit que le carburant utilisé était très volatile et de courte durée comme de l'essence, une fois le feu éteint a permis d'attirer des mouches de la famille des *Calliphoridae*, deux espèces ont été identifiées *Calliphora vicina* et *Calliphora vomitoria* (Leclercq, 1993). Dans notre expérience, le sanglier brûlé a manifesté une carbonisation totale de la tête tandis qu'elle a été partielle pour le reste du cadavre ce qui a permis d'attirer les Diptères de la famille *Calliphoridae*. *Luciliasericata* est la première espèce qui a visité le cadavre suivie par *Calliphora vomitoria*.

Un test de  $\chi^2$  montre que pour les deux espèces communes aux deux sangliers (*Calliphora vomitoria* et *Luciliasericata*), la différence n'est pas significative ( $\chi^2=3.35$  ;  $p=0,067>0,05$ ). Ce test a montré que l'état du cadavre n'a aucune influence sur l'abondance des Diptères qui ont une importance forensique.

Les résultats de l'identification des larves Diptères nous renseignent sur les espèces qui ont pondu sur les deux cadavres d'où leur importance forensique. Les résultats obtenus confirment la ponte de *Luciliasericata*, *calliphora vicina*, *calliphora vomitoria*, *Lucilia ampullacia*, *Luciliasilvarum* et enfin *Chrysomya albiceps*.

*Calliphora vicina* était l'une des espèces les plus fréquentes sur le sanglier 01 ainsi que ses larves (32,88%), ainsi que *Calliphora vomitoria* et ces larves sur le sanglier 02 (93,58%). Ces résultats confirment leur importance forensique durant les périodes froides de l'hiver (Wyss et al., 2003 ; Charabidze et al., 2012).

*Luciliasericata* a été identifiée parmi les premiers colonisateurs des cadavres en Algérie (Filali, 2011 ; Hamel ; Taleb et al., 2013). Elle est considérée en Grande-Bretagne comme une espèce indicatrice de la lumière du soleil (Colyer et Hammond, 1951 ; Gennard, 2012). Cette préférence pour les rayons du soleil explique sa présence dans les parties des cadavres exposés au soleil. Cette espèce a été retrouvée au niveau de la blessure du cadavre non brûlé placé en face du soleil, et en masse au niveau de l'incision ventrale du cadavre brûlé.

Concernant *Luciliasilvarum*, espèce moins étudiée, a été récemment rapportée en Europe comme nouvelle espèce d'intérêt forensique (Fremdt et al., 2012).

La durée de développement des larves de cette dernière espèce jusqu'au stade adulte à 24°C dans notre étude diffère peu de celle rapportée par Wyss et Cherix (2013) à 22°C.

En comparant les résultats des espèces capturées sur le cadavre brûlé avec l'étude faite par Leclercq en 1996 et au mois de juillet, nous remarquons immédiatement l'appauvrissement de notre faune cadavérique par rapport à celle signalée par Leclercq cela est due probablement à l'effet de la saison sur l'abondance de la faune entomologique.

Charabidze (2008), explique que chez *Chrysomyaalbiceps*, les larves de dernier stade sont prédatrices de larve de Diptères de larve de *Calliphoridae*, prédation particulièrement développée lorsque la nourriture fait défaut (Faria et al., 1999 ; Faria et Godoy, 2001 ; Charabidze, 2008). Ce phénomène a été observé lors de nos derniers prélèvements, les larves des *Chrysomyaalbiceps* se nourrissaient de larves de l'espèce *Lucilia sericata*.

Dans la même publication de Charabidze (2008) il explique l'existence des aptitudes d'exploitation des ressources différentes entre espèces, se traduisant lorsque les ressources sont limitées par une compétition interspécifique orientée en faveur des espèces produisant beaucoup d'individus à développement très court (Kouki et Hanski, 1995). Ainsi les *Calliphoridae* semblent limiter le développement des populations de *Sarcophagidae* sur les cadavres (Denno, 1976 ; Charabidze, 2008).

Le calcul de l'IPM en utilisant la méthode de l'accumulation des degrés jours (ADD) a été réalisée avec les espèces de premières générations. Pour le premier cadavre non brûlé, nos résultats ont démontré que les deux espèces de mouches nécrophages : *C. vicina* et *L. sericata* ont pondu le même jour, soit le 23 Mars 2014.

Le 23 mars 2014 est la date qui correspond à la mort de l'animal. Durant ce jour, nous avons observé une activité des insectes toute au tour du cadavre.

Pour le deuxième cadavre brûlé nos calculs, ont révélé que *C. vomitoria* a pondu le 25 mars 2014. Cette date correspondait au début du gonflement de l'animal, alors que nos calculs avec *L. sericata*, ont montré que cette dernière a pondu le 23 mars 2014, une estimation coïncidant avec la date de la mort du sanglier (23 Mars 2014).

Pour le calcul de l'IPM avec la méthode d'accumulation de température Marchenko (2001) affirme que la marge d'erreur est de l'ordre de 24 heures, voire inférieure à un jour. Ainsi, les deux estimations concordent avec la date de la mort.

De plus, le moment de l'oviposition dépend de plusieurs paramètres. Il varie de quelques heures à plusieurs jours (Charabidze, 2012 ; Charabidze et al., 2012 ; Sathe et al., 2013 ; Wyss et Cherix, 2013).

# Conclusion

## Conclusion

L'estimation du délai *post-mortem* est l'une des tâches les plus importantes à accomplir lors d'une enquête judiciaire. Le temps de colonisation des cadavres par les insectes influence fortement ce calcul, ainsi que l'état du cadavre.

Nos résultats ont démontrés qu'un cadavre vidé de ces organes internes et laissé à l'air libre se décompose plus rapidement (en 15 jours seulement) comparativement à un cadavre brûlé et laissé dans la nature qui se décompose en 1 mois.

Nos résultats ont révélés aussi que les insectes nécrophages sont les principaux acteurs de la décomposition des cadavres vu qu'on a limité l'accessibilité à d'autres ravageurs, malgré la manipulation appliqué sur les deux cadavres, les premiers colonisateurs ont représenté une faible abondance mais efficace pour le calcul de l'IPM.

Un totale de 8 espèces de Diptères seulement appartenant à deux familles ont été enregistrées durant notre étude. Seules les *Calliphoridae* ont pondus dans les heures qui ont suivit le décès.

Les *Calliphoridae* sont les espèces les plus étudiés dans le cadre de l'entomologie médicale. Parmi ces espèces, *Lucilia sericata* (Linnaeus, 1758) et *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) ont été les colonisateurs les plus abondantes sur les deux sangliers.

L'aspect de la succession des Diptères diffère en fonction de l'état du cadavre. D'une façon générale. Les premiers représentants été les *Calliphoridae* d'où en confirme leur importance forensique.

Entre autre, les résultats de l'expertise réalisée sur les deux cadavres ont démontrés que la méthode de degré jours (ADD) donne une estimation précise d'un IPM court à condition qu'elle soit appliquée sur les espèces de la première génération. Ce qui répond a notre problématique posée au début de notre mémoire.

Cette méthode permet donc dans les cas favorable, de dater la mort d'une personne dans la fourchette de temps souvent très étroite, voir au jour près ( $\pm 24$ heures), alors que le corps a atteint un stade de putréfaction avancée.

En guise de conclusion, les données obtenues à partir des deux cadavres qui ont été placées dans la même région et sous les mêmes conditions météorologiques, fourniront des informations de base sur l'entomofaune nécrophages de la région de Blida. Elles serviront également de base à des études similaires sur différents types de cadavres et dans différentes régions et pourquoi pas dans de différentes conditions climatologiques de l'Algérie ce qui répond a nos objectifs.

Les perspectives de prolongement de cette étude pourraient amener à se poser la question suivante : existent-ils d'autres espèces ou de variations de l'abondance de l'entomofaune nécrophages si les cadavres ont été placés dans une autre région et durant une autre saison ? Afin de répondre à cette question, des études expérimentales recouvrant toute l'année et dans d'autres régions doivent être menées.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

---

- **Adair T.W. 2008** -*Calliphora vicina* (Diptera: *Calliphoridae*) collected from a human corpse above 3400 m in elevation. *Journal of Forensic Sciences*, **53**(5):1212-1213.
  
- **Akotsen-Mensah C., Boozer R.T., Appel A.G. et Fadamiro H.Y. 2011** - Seasonal occurrence and development of degree-day models for predicting activity of *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: *Curculionidae*) in Alabama peaches. *Annals of the Entomological Society of America*, **104**:192-201.
  
- **Allen J.C. 1976** A modified sine wave Method for calculating Degree Days. *Environmental Entomology*, **5**: 388-396.
  
- **Al-Mesbah H. 2010** - A study of forensically important necrophagous Diptera in Kuwait. Mémoire de Master, University of Central Lancashire, Lancashire (UK), 124 p.
  
- **Al-Mesbah H., Moffatt C., El-Azazy O.M.E. et Majeed Q.A.H. 2012** - The decomposition of rabbit carcasses and associated necrophagous Diptera in Kuwait. *Journal of Forensic Sciences*, **217**:27-31.
  
- **Amendt J., Krettek R. et Zehner R. 2004** - Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, **91**:51-65.
  
- **Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H.N. et Hall M.J.R. 2007**- Best practice in forensic entomology-standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, **121**(2):90-104.
  
- **Amendt J., Campobasso C.P., Goff L.M. et Grassberger M. 2010** - Current Concepts in Forensic Entomology. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 376 p.
  
- **Anderson, G. S. et Van Laerhoven S.L. 1996** - Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, **41**:617-625.
  
- **Anderson G.S. 2001** -Insect Succession on Carrion and its Relationship to Determining Time of Death. In J.L. Byrd and J.H. Castner (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*, pp. 143-175. CRC Press, Boston.
  
- **Anderson G.S. 2010** - Factors that influence insect succession on carrion. In J.H. Byrd and J.L. Castner (éds.), *Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations* , pp. 201-250. CRC Press, Boca Raton, Florida.
  
- **Archer M. et Elgar M. 2003** - Effects of decomposition on carcass attendance in a guild of carrion-breeding flies. *Medical and Veterinary Entomology*, **17**:263-271.

## Références bibliographiques

---

- **Arnaldos M. I., Garcia M. D., Romera E., Presa J.J. et Luna A. 2005** -Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*, **149**: 57-65.
- **Ashworth J.R. et Wall. R. 1994** - Responses of the sheep blowflies *Lucilia sericata* and *L. cuprina* to odour and the development of semiochemical baits. *Medical and Veterinary Entomology*, **8**:303-309.
- **Auber L. 1999** - Coléoptères de France. Editions Boubée, Paris, 250 p.
- **Aubernon C., Boulay J., Charabidzé D. et Gosselin M. 2012** - Quand l'entomologiste devient expert : les insectes nécrophages et la datation du décès. *Espèces*, **5**:2-9.
- **Avila F. et Goff L. 1998** -  
Arthropods succession patterns onto burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian islands. *Journal of Forensic Sciences*, **43**:581-586.
- **Barton Brown L., Bartell R.J. et Shorey H.H. 1969** - Pheromone-mediated behaviour leading to group oviposition in the blowfly *Lucilia cuprina*. *Journal of Insect Physiology*, **15**:1003-1014.
- **Barton Brown L., Bartell R.J., Van Gerwen A.C.M. et Lawrence L.A. 1976** – Relationship between protein ingestion and sexual receptivity in females of the Australian sheep blowfly *Lucilia cuprina*. *Physiological entomology*, **1**(4):235-240.
- **Battan Horenstein M. et Linhares A.X. 2011** - Seasonal composition and temporal succession of necrophagous and predator beetles on pig carrion in central Argentina. *Medical and Veterinary Entomology*, **25**:395-401.
- **Beach D.M. 2012**- An analysis of the succession pattern of Diptera attracted throughout stages. Rapport de stage, A&M University, Texas, US, 14 p.
- **Benbow M.E., Lewis A.J., Tomberlin J.K. et Pechal J.L. 2013** - Seasonal necrophagous insect community assembly during vertebrate carrion decomposition. *Journal of Medical Entomology*, **50**(2):440-50.
- **Benecke M. 2001** - Forensic entomology: The next step. *Forensic Science International*, **120** (1-2):1.
- **Benecke M. 2004**–  
Forensic entomology: Arthropods and Corpses. In M. Tsokos (éd.), *Forensic Pathology Reviews*, pp. 207-240. Humana Press, Totowa.
- **Bergeret M. 1855** -Infanticide, momification naturelle du cadavre. *Annal Hygiène Médicale et Légale*, **4**:442-452.

## Références bibliographiques

---

- **Bharti M. et Singh D. 2003** -Insect faunal succession on decaying rabbit carcasses in Punjab, India. *Journal of Forensic Science*, **48**:1133–1143.
- **Boulay J., Devigne C., Gosset D. et Charabidzé D. 2013** - Evidence of active aggregation behaviour in *Lucilia sericata* larvae and possible implication of a conspecific mark. *Animal Behaviour*, *In Press, Corrected Proof, Available online 22 April 2013*.
- **Bourel B., Callet B., Hedouin V. et Gosset D. 2003** - Flies eggs: a new method for the estimation of short-term post-mortem interval? *Forensic Science International*, **135**(1):27-34.
- **Braack L.E. 1987** - Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland. *Oecologia*, **72**:402-409.
- **Brundage A., Bros S. et Honda J.Y. 2011**- Seasonal and habitat abundance and distribution of some forensically important blow flies (Diptera: *Calliphoridae*) in Central California. *Forensic Science International*, **212**:115-120.
- **Byrd J.H. et Castner J.L. 2000** - Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., 418 p.
- **Byrd J.H. 2001** -Computer modeling of insect growth and its application to forensic entomology. *In* J.H. Byrd and J.L. Castner (éds.), Forensic entomology: the Utility of arthropods in legal investigations, pp. 303-329. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- **Byrd J.H. et Allen J. C. 2001** - The development of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). *Forensic Science International*, **120**:79-88.
- **Byrd J.H. et Castner J.L. 2009** - Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 705 p.
- **Campan M. 1977** - Orientation behavior of *Calliphora vomitoria* (Diptera) females to the scent of the laying site. Role of the ovary. *General and Comparative Endocrinology*, **31**:442-450.
- **Campobasso C.R., Di Vella G. et Introna E. 2001** - Factors affecting decomposition and Diptera colonization, *Forensic Science International*, **120**:18-27.
- **Carter D.O., Yellowlees D. et Tibbett M. 2007** - Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*, **94**(1):12-24.
- **Castro P.C.B. 2011** -  
Seasonal carrion Diptera and Coleoptera communities from Lisbon (Portugal) and the utility of forensic entomology in legal medicine. Thèse de Doctorat. Universidade de Lisboa, Lisbonne (Portugal), 171 p.

## Références bibliographiques

---

- **Castro P.C., Serrano A., Martins Da Silva P. et García M.D. 2012**-Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*, **26**(4):417-31.
- **Catts E.P. et Haskell N.H. 1991** - Entomology and death: A procedural guide. Clemson: Joyce's Print Shop, Clemson, 182 p.
- **Catts E.P. et Goff M.L. 1992** - Forensic Entomology in Criminal Investigations. *Annual Review of Entomology*, **37**:253-272.
- **Charabidzé D., Bourel B. et Gosset D. 2007** - Temperature increase and maggot mass: What is really measured? 6th annual meeting of the European Association for Forensic Entomology, 2nd-5th may 2007, Bruxelles (Belgium).
- **Charabidzé D. 2008**- Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale. Thèse de Doctorat, Université de Lille 2, 277 p.
- **Charabidzé D., Gosset D. et Bourel B. 2008**- New observations on temperature increase due to maggot mass effect, 23rd International Congress of Entomology, 6th-12th july 2008, Durban (South Africa).
- **Charabidzé D. 2010** - Entomologie médico-légale: recherche et expertises. Editions universitaires européennes, Paris, 180 p.
- **Charabidzé D. 2012** - La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, **48** (3-4):239-252.
- **Charabidzé D., Hedouin V., Gosset D. 2012** - Que font les mouches en hiver ? Étude des variations hebdomadaires et saisonnières des populations d'insectes nécrophages. *La Revue de Médecine Légale*, **3**:120-126.
- **Charabidzé D., Hedouin V. et Gosset D. 2013** - Discontinuous foraging behavior of necrophagous *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: *Calliphoridae*) larvae. *Journal of Insect Physiology*, **59**:325–331.
- **Cherix D., Wyss C. et Pape T. 2012** - Occurrences of flesh flies (Diptera: *Sarcophagidae*) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators. *Forensic Science International*, **220**: 158-163.
- **Cook D.F. et Dadour I.R. 2011** - Larviposition in the ovoviviparous blowfly *Calliphora dubia*. *Medical and Veterinary Entomology*, **25**:53-57.
- **Cruickshank I. et Wall R. 2002**– Population dynamics of the sheep blowfly *Lucilia sericata*: seasonal patterns and implications for control. *Journal of Applied Ecology*, **39**:493

## Références bibliographiques

---

- **Davies L. 1990**- Species composition and larval habitats of blowfly (*Calliphoridae*) populations in upland areas in England and Wales. *Medical and Veterinary Entomology* , **4**:61-68.
- **De Jong G. 1976** - A model of competition for food. I. Frequencydependent viabilities. *The American Naturalist*, **110**:1013-1027.
- **Dekeirsschieter J., Verheggen F.J., Haubruge E. et Brostaux Y. 2011** - Carrion beetles visiting pig carcasses during early spring in urban, forest and agricultural biotypes of Western Europe. *Journal of Insect Science*, **11**:73.
- **Deonier C.C. 1940** - Carcass temperature and their relation to winter Blowfly populations and activity in the southwest. *Journal of Economic Entomology*, **33**:166-170.
- **El-Moaty Z.A. et Kheirallah A.M. 2013** - Developmental variation of the blow fly *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: *Calliphoridae*) by different substrate tissue types. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, **13**(2):297-300.
- **Fabre J. H. 1923** - Souvenirs entomologiques. Delgrave Ed., Paris, 428 p.
- **Faucherre J., Cherix D. et Wyss C. 1999** -Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera *Calliphoridae*) under extreme conditions. *Journal of Insect Behaviour*, **12**(5):687-690.
- **Filali F. 2011** - Contribution a l'étude de la colonisation préférentielle d'un cadavre animal par les insectes nécrophages. Mémoire de Master, Université Mentouri Constantine, 38 p.
- **Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F.J. et Haubruge E. 2011** - L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. *Faunistic Entomology*, **63**(4):237-249.
- **Frederickx C., Verheggen F., Bonnet S. et Haubruge E. 2012** - Recensement de *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, de *Calliphora vomitoria* L. et de *Cynomya mortuorum* L. (Diptera: *Calliphoridae*) dans les collections entomologiques des étudiants de Gembloux Agro-Bio Tech sur la période 1995-2009. *Faunistic Entomology*, **64**(3):57-62.
- **Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F.J. et Haubruge E. 2013** - The community of Hymenoptera parasitizing necrophagous Diptera in an urban biotope. *Journal of Insect Science*, **13**:32.
- **Fremdt H., Szpila K., Huijbregts J., Lindström A., Zehner R. et Amendt J. 2012** - *Lucilia silvarum* Meigen, 1826 (Diptera: *Calliphoridae*)- a new species of interest for forensic entomology in Europe, *Forensic Science International*, **222**(1-3):335-339.

## Références bibliographiques

---

- Gaudry E., Dourel L., Chauvet B., Vincent B. et Pasquerault T. 2007 - L'entomologie légale : lorsque insecte rime avec indice. *Revue Francophone des Laboratoires*, **392**:23-32.
- Gennard D. 2012 - Forensic entomology: An introduction. Ltd John Wiley & Son, London, 248 p.
- George K.A., Archer M.S. et Toop T. 2013 - Abiotic environmental factors influencing blowfly colonization patterns in the field. *Forensic Science International*, **229**:100-107.
- Ghezali D. et Fekkoum S. 2012- Répartition spatio-temporelle des Acariens (Acari: Oribatida Michael, 1883 and Gamasida Reuter, 1909) dans Différents étages Bioclimatiques du Nord de l'Algérie. *Lebanese Science Journal*, **13**(2):49-68.
- Gosselin M., Charabidze D., Frippiat C., Bourel B. et Gosset D. 2010 - Development time variability: adaptation of Regniere's method to the intrinsic variability of belgian *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae) population. *Journal of Forensic Research*, **1**:109.
- Goulson D., Derwent L.C., Hanley M.L.E., Dunn D. W. et Abolins S. R. 2005 - Predicting calyptrate fly populations from the weather, and probable consequences of Climate change. *Journal of Applied Ecology*, **42**:795-804.
- 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.
- Grassberger M., Freidrich E. et 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.
- Grassberger M. et Frank C. 2004 - Initial study of arthropods succession on pig carrion in a central European urban habit. *Journal of Medical Entomology*, **41**:511-523.
- Greenberg B. 1991- Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, **28**:565-77.
- Greenberg B. et Kunich J.C. 2005 - Entomology and the law. Flies as Forensic Indicators. Cambridge University Press, Cambridge, 306 p.
- Gruner S.V., Slone D.H. et Capinera J.L. 2007- Forensically important *Calliphoridae* (Diptera) associated with pig carrion in rural northcentral florida. *Journal of Medical Entomology*, **44**:509-515.
- Hall R.D. 2001-Introduction: Perceptions and status of forensic entomology. In J. H. Castner and J. L. Byrd (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal investigations*, pp.1-16. CRC Press, Boston.

## Références bibliographiques

---

- **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*, pp. 1-16. CRC Press, Boca Raton, Florida.
  
- **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, 58 p.
  
- **Hamilton S.L. 2010** - Forensic Entomology: Bugs and Bodies. ABDO, US, 35p.
- **Hardouin J. et Mahoux G. 2003** - Zootechnie d'insectes. BEDIM, Gembloux, Belgique, 160 p.
- **Hedouin V., Martin-Bouyer L., Bourel B., Révuelta E. et Gosset D. 1996** - Influence de la température sur la ponte des Diptères. *Journal de Médecine Légale Droit Médical, Victimologie & Dommage Corporel*, **39**:153-157.
  
- **Hewadikaram K.A. et Goff M.L. 1991** - Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, **12**:235-240.
  
- **Higley L., Pedigo L.P. et Ostlie K.R. 1986**- DEGDAY: a program for calculating degreedays, and assumptions behind the degree-day approach. *Environmental Entomology*, **15**: 999-1016.
  
- **Hobson R.P. 1932** - Studies on the nutrition of blowfly larvae: III. The liquefaction of muscle. *Journal of Experimental Biology*, **9**:359-365.
  
- **Horenstein M.B., Linhares A.X., De Ferradas B.R. et García D. 2010** - Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, **24**(1):16-25.
  
- **Huntington T.E., Higley L.G. et Baxendale F.P. 2007** - Maggot Development during morgue storage and its effect on estimating the post-mortem interval. *Journal of Forensic Sciences*, **52**: 453-458.
- **Hwang C. 2005** - Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera from urban to rural areas. *Medical and Veterinary Entomology*, **19**(4):379-391.
  
- **Hwang C.C. et Turner B.D. 2009** - Small-scaled geographical variation in life-history traits of the blowfly *Calliphora vicina* between rural and urban populations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **132**:218-24.
  
- **Ives A.R. 1991** - Aggregation and coexistence in a carrion fly community. *Ecological Monographs*, **61**:75-94.

## Références bibliographiques

---

- **Joplin K.H. et Moore D. 1999** - Effects of environmental factors on circadian activity in the flesh fly, *Sarcophaga crassipalpis*. *Physiological Entomology*, **24**:64-71.
  
- **Kelling J., Biancaniello G. et DenOtter C. J. 2003** - Effect of age and sex on the sensitivity of antennal and palpal olfactory cells of houseflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **106**:45-51.
  
- **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):259-263.
  
- **Kuusela S. et Hanski I. 1982** - The structure of carrion fly communities: the size and the type of carrion. *Holarctic Ecology*, **5**:337-348.
  
- **Leclercq M. 1978** - Entomologie et médecine légale. Datation de la mort. Collection de Médecine légale et de Toxicologie médicale n° 108, Masson, Paris, 100 p.
  
- **Leclercq M. et Brahy G. 1985** - Entomologie et Médecine légale. Datation de la mort. *Journal de Médecine Légale Droit Médical*, **28**:271-278.
  
- **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):205-222.
  
- **Leschen R.A.B. et Beutel R.G. 2013** - Arthropoda Insecta Coleoptera: Morphology and Systematics (Phytophaga) Walter De Gruyter Incorporated, 565 p.
  
- **Levot G.W., Brown K.R. et Shipp E. 1979** - Larval growth of some calliphorid and sarcophagid Diptera. *Bulletin of Entomological Research*, **69**:469-475.
  
- **W.D. et Burger J.F. 1983** - Collection and preservation of forensically important entomological materials. *Journal of Forensic Sciences*, **28**:936-944.
  
- **MacLeod J. et Donnelly D. 1957** - Some ecological relationships of natural populations of Calliphorine blowflies. *Journal of Animal Ecology*, **26**:135-170.
  
- **Mann R.W., Bass W.M. et Meadows B.A. 1990** - Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, **35**: 103-111.
  
- **Marchenko M.L. 1990** - Forensic entomology. Proceedings of the Second International Congress of Dipterology, 27th August -1st September 1990, Czechoslovakia, pp. 183-199.

## Références bibliographiques

---

- **Marchenko M.L. 2001-** Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Science International*, **120**:89-109.
  
- **Márquez-Grant N. et Roberts J. 2012** - Forensic ecology handbook: From crime scene to court. Wiley-Blackwell, Chichester, 272 p.
  
- **Martinez-Sanchez A., Rojo S. et Marcos-Garcia M.A. 2000** - Annual and spatial activity of dung flies and carrion in a Mediterranean holm-oak pasture ecosystem. *Medical and Veterinary Entomology*, **14**:56-63.
  
- **Mégnin R. 1894-** La faune des cadavres : Application de l'entomologie à la médecine légale. Masson, Paris. 214 p.
  
- **Reischmann W., Gressberger M. et Sherman R. 2004** - Maggot therapy: A handbook of maggot assisted wound healing. Thieme, Vienna, 85p.
  
- **Rial-Sebbag E. et Thomas A. 2008** - Apprentissage de l'exercice médical : santé publique, médecine légale, médecine du travail, médecine sociale, sécurité sanitaire, éthique. Éditions ESTEM, Paris, 231 p.
  
- **Roth M. 198-** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. ORSTOM, Paris, 332 p.
  
- **Sharanowski B.J., Walker E.G. et Anderson G.S. 2008** - Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. *Forensic Science International*, **179**:219-40.
  
- **Slone D. et Gruner S. 2007** - Thermoregulation in larval aggregations of carrion-feeding blow flies (Diptera: *Calliphoridae*). *Journal of Medical Entomology*, **44**:516-523.
  
- **Smith K.G.V 1986** - A manual of forensic entomology. British Museum, Natural History, London, 205 p.
  
- **Smith K.E. et Wall R. 1997** - The use of carrion as breeding sites by the blowfly *Lucilia sericata* and other *Calliphoridae*. *Medical and Veterinary Entomology*, **11**:38-44.
  
- **Szpila K. 2010-** Key for the identification of third instars of European blowflies (Diptera: *Calliphoridae*) of forensic importance. In J. Amendt, C.P. Campobasso, M.L. Goff and M. Grassberger (éds.), Current concepts in forensic entomology, pp.43-56. Springer, Dordrecht- Heidelberg- London-New York.
  
- **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.

## Références bibliographiques

---

- **Szpila K., Andrezej G. 2012** - Forensically important Diptera. Identification workshop, 9th meeting of the European Association for Forensic Entomology, 23rd-27th avril 2012, Torun (Pologne).
  
- **Taleb M., Djedouani B., Moussa M. et Tail G. 2013** - Etude de la colonisation d'un cadavre animal par les Diptères nécrophages. XVII<sup>ème</sup> Journée Nationale de Parasitologie- Mycologie, 9 mai 2013, Institut Pasteur d'Algérie, Alger.
  
- **Tantawi T.I., El-Kady E.M., Greenberg B. et El-Ghaffar H.A. 1996** - Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*, **33**:566-580.
  
- **Tomberlin J.K. et Adler P.H. 1998** - Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *Journal of Medical Entomology*, **35**:704-709.
  
- **Turner B. et Howard T. 1992** - Metabolic heat generation in dipteran larval aggregations: A consideration for forensic entomology. *Medical and Veterinary Entomology*, **6**:179-81
  
- **Wyss C., Cherix D., Michaud K. et Romain N. 2003** Pontes de *Calliphora vicina*, Robineau- Desvoidy et de *Calliphora vomitoria*, (Linné) (Diptères, Calliphoridae) sur un cadavre humain enseveli dans la neige. *Revue internationale de criminologie et de police technique et scientifique*, **56**:112-116.
  
- **Wyss C. et Cherix D. 2013** - Traité d'Entomologie Forensique: Les insectes sur la scène de crime. Presses Polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne, 317 p.

# Annexes

## Annexe I

### 1. Matériel utilisé :

#### A. Matériel du terrain

- Paires de gants de chirurgien ;
- pinces souples en acier ;
- pinces brucelles rigide ;
- récipients en plastique avec couvercle ;
- sacs poubelles ;
- une tablette pour prise de photos et pour l'enregistrement vocale des remarque ;
- thermo hygromètre numérique;
- enregistreur de température étalonné ;
- deux cage métallique ;
- piège pour les insectes volants ;
- filet fauchoir.
- Combinaison
- Bottes en caotchou
- Lunette en plastique

#### B. Matériel du laboratoire

- Loupe binoculaire (agrandissement 50x) avec un appareil photo intégré ;
- enceinte climatique à humidité et température contrôlées ;
- pinces, scalpel, ciseaux ;
- épingles entomologiques ;
- boîtes en plastique pour l'élevage (18 x 18 x 7 cm) ;
- boîtes pétri ;
- tranches de viande de bœuf ;
- sable ;
- bibliographie (ouvrages d'Entomologie, clefs d'identification des insectes).

#### C. Produits chimiques :

- Acétate d'éthyle ( $C_4H_8O_2$ ) ;
- alcool éthylique ( $C_2H_6O$ ) à 70%.
- L'essence.

## Annexe II

## A- Relevés météorologique :

Tableau 18 : relevé météorologique de Blida (1987, 2013)

Mois	Jan	Fev	mars	avril	Mai	juin	juil	Aou	sep	oct	nov	déc	année
Température minimale moyenne (°C)	10	8	10	11	16	18	20	22	20	16	11	9	14
Température maximale moyenne (°C)	14	17	18	21	21	25	29	28	27	24	20	16	22
Température moyenne (°C)	12	12	14	16	18	21	24	25	23	20	15	12	18
Précipitation (mm)	110	78	102	69	35	15	2	5	30	90	95	126	743
Record froid (°C)	-3	-3	-1	3	3	9	13	13	11	7	1	-1	-3
Record chaleur (°C)	25	31	29	39	43	44	42	49	44	39	35	30	49

Source : station météorologique de Chiffa

Tableau 19 : valeur du quotient pluviométrique de Blida

paramètre	P	m	m	Q2
Blida	743	36	6	77,77

Source : station météorologique de Chiffa

## B- Données climatiques :

Tableau 20 : La température, le taux d'humidité répertorié au cours de l'expérimentation

## station météorologique de Chiffa

Du 23 mars jusqu'au 23 avril

jours	Température Mini	température Max	Temp moy	vitesse du vent	humidité
23/03/2014	8,7	17	12,85	46,75	59
24/03/2014	12	17,6	14,8	12,71	62
25/03/2014	13,7	20	16,85	18,43	57
26/03/2014	10	16,2	13,1	14,71	49
27/03/2014	8,6	17,1	12,85	20	58
28/03/2014	7,6	17,3	12,45	16	55
29/03/2014	5,1	16,7	10,9	18,14	63
30/03/2014	2	18,3	10,15	32,28	64
31/03/2014	1,5	17,5	9,5	40,28	55
01/04/2014	2,5	17	9,75	15	63
02/04/2014	5,3	16,8	11,05	15	64
03/04/2014	2	17,4	9,7	15,57	55
04/04/2014	9,5	16,6	13,05	10	42
05/04/2014	11,2	13,9	12,55	12,6	43
06/04/2014	12	15,5	13,75	10,1	50
07/04/2014	5	19,7	12,35	10	67
08/04/2014	5	22,5	13,75	10	44
09/04/2014	5	24,8	14,9	10	56
10/04/2014	6,7	20,4	13,55	11,1	58
11/04/2014	10,6	19,5	15,05	12	45
12/04/2014	9,1	18,3	13,7	13	46
13/04/2014	5	23	14	12,46	68
14/04/2014	10,8	18,1	14,45	10	52
15/04/2014	2,6	20,6	11,6	17	55
16/04/2014	6,3	18,6	12,45	17	55
17/04/2014	7,6	12,8	10,2	7	54
18/04/2014	6,4	17,8	12,1	6	60
19/04/2014	4	23,8	13,9	12	62
20/04/2014	14,5	23	18,75	20	64
21/04/2014	10,5	16,2	13,35	15	57
22/04/2014	5,2	21,5	13,35	12	58

## Annexe III

## Analyse statistique

*a-Teste de  $\chi^2$  :*

Est un test statistique permettant de tester l'adéquation d'une série de données à une famille de lois de probabilités ou de tester l'indépendance entre deux variables aléatoires.

L'analyse a été établie sur Statistica 10 de Statsoft Inc.,Tulsa,USA

Summary Table for all Multiple Response Items Totals/percentages based on number of respondents Multiple identical responses were ignored			
N=406 Espèce	Sanglier 1	Sanglier 2	Row Totals
Calliphora loewi	1	0	1
Calliphora vicina	67	0	67
Calliphora vomitoria	62	61	123
Lucilia ampullacia	2	0	2
Lucilia sericata	111	71	182
Lucilia silvarum	0	31	31
All Grps	243	163	406

Summary Frequency Table (Spreadsheet1) Marked cells have counts > 10 (Marginal summaries are not marked)			
Espèce	Sanglier 1	Sanglier 2	Row Totals
Calliphora vomitoria	62	61	123
Lucilia sericata	111	71	182
All Grps	173	132	305

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet1) Marked cells have counts > 10 Pearson Chi-square: 3,34837, df=1, p=,067272			
Espèce	Sanglier 1	Sanglier 2	Row Totals
Calliphora vomitoria	69,7672	53,2328	123,0000
Lucilia sericata	103,2328	78,7672	182,0000
All Grps	173,0000	132,0000	305,0000

Summary Table: Observed minus Expected Frequencies (Spreadsheet1) Marked cells have counts > 10 Pearson Chi-square: 3,34837, df=1, p=,067272			
Espèce	Sanglier 1	Sanglier 2	Row Totals
Calliphora vomitoria	-7,76721	7,76721	0,00
Lucilia sericata	7,76721	-7,76721	0,00
All Grps	0,00000	0,00000	0,00

**b-Calcul des médianes :**

	All Groups Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	20	12,10000	12,00000	7,000000	17,00000	2,807884	0,627862
	Espèce=Lucilia silvarum Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	1	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000		
	Espèce=Lucilia sericata Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	8	11,50000	11,50000	9,000000	14,00000	1,772811	0,626783
	Espèce=Calliphora vicina Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	4	12,00000	11,50000	9,000000	16,00000	2,943920	1,471960
	Espèce=Calliphora vomitoria Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	5	12,80000	14,00000	7,000000	17,00000	3,898718	1,743560
	Espèce=Lucilia ampullacia Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	1	14,00000	14,00000	14,00000	14,00000		
	Espèce=Calliphora loewi Descriptive Statistics (Spreadsheet8)						
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Délai de sortie	1	16,00000	16,00000	16,00000	16,00000		