

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie

Département de Biologie des populations et des organismes



Mémoire

**De fin d'Etude présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master en
Science Biologie**

Option : Parasitologie

Thème

**Etude bio systématique des Diptères Calliphoridae
D'importance médico-légale en Algérie**

Soutenu le 30/09/2020

Présenté par :

Melle BOUCHERIT Ikram

Devant le jury composé de :

Mme. Tail G.	Professeur	USDB	Présidente
Mme. Saighi H.	M.A.A.	USDB	Examinatrice
Mme. Taleb M.	M.A.B.	USDB	Promotrice

2019-2020

Etude bio systématique des Diptères Calliphoridae

D'importance médico-légale en Algérie

Résumé

Les diptères, ou mouches au sens large, sont un vaste groupe d'insectes comptent parmi les ordres d'insectes les plus diversifiés, réunissant actuellement près de 160 000 espèces existantes dans le monde. Les diptères comprennent également la famille des Calliphoridae qui peuvent fournir une excellente source de preuves pour les entomologistes légistes et sont également pertinentes aux problèmes de santé publique mais aussi à l'usage thérapeutique (larvothérapie).

Pour cela, nous nous sommes intéressés à cette famille pour mieux apercevoir leur rôle, et la distribution de ses espèces d'importance médicale et forensique en Algérie. L'intérêt principal porte sur la collecte de données relatives, afin de créer une base de données.

Nous avons recensé 10 espèces de la famille des Calliphoridae en Algérie à savoir *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya bezziana*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata* et *Lucilia silvarum*.

C. vicina, *Ch. albiceps*, *L. sericata* sont les espèces les plus répandues qui ont essentiellement une large distribution géographique. Elles sont trouvées durant toutes les saisons, tant à des zones urbaines ou semi-urbaines que dans le milieu naturel (forestier ou rural).

Néanmoins, *Chrysomya bezziana*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris* et *Lucilia silvarum* sont des espèces rares en Algérie et pourraient avoir été confondues avec les espèces du même genre. De ce fait, leurs occurrences en territoire national restent à confirmer.

Mots-clés: Diptères, Calliphoridae, médico-légale, bio systématique, larvothérapie, Algérie.

Bio systematic study of Diptera Calliphoridae Of medico-legal importance in Algeria

Abstract

Diptera, or flies in the broad sense, are a large group of insects and are among the most diverse insect orders, currently comprising nearly 160,000 species that exist worldwide. Diptera also include the family Calliphoridae which may provide an excellent source of evidence for forensic entomologists and are also relevant to public health issues but also to therapeutic use (maggot debridement therapy).

Therefore, we were interested in this family to better understand their role, and the distribution of its species of medical and forensic importance in Algeria. The main purpose is the collection of related data in order to create a database.

We identified 10 calliphorid species in Algeria namely *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya bezziana*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata* and *Lucilia silvarum*

C. vicina, *Ch. albiceps*, *L. sericata* are the most widespread species, found in all seasons, both in urban or semi-urban areas and in the natural environment (forest or rural).

Nevertheless, *Chrysomya bezziana*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris* and *Lucilia silvarum* are rare species in Algeria and could have been confused with species of the same genus. Thus, their occurrence in the national territory has to be confirmed.

Keywords: Calliphoridae, Diptera, medico-legal, systematic bio, maggot debridement therapy, Algeria.

دراسة بيولوجية منهجية لثنائيات الأجنحة Calliphoridae

ذات أهمية الطب الشرعي في الجزائر

ملخص

تعتبر ثنائيات الأجنحة (ديبتيرا) مجموعة كبيرة من الحشرات الأكثر تنوعا على الإطلاق، حيث تضم حاليا 160 000 نوع موزع على جميع أنحاء العالم. تشمل حشرات ثنائيات الأجنحة عائلة Calliphoridae التي بدورها تعتبر مصدرا ممتازا لعلماء الحشرات الشرعيين كدليل لمعرفة تاريخ الوفاة وكل ما يتعلق بوفاة الشخص، كما تستعمل يرقاتها في علاج الجرح المزمن حيث تتغذى اليرقات على الأنسجة الميتة (العلاج باليرقات). تعتبر أيضا حشرات من مسببات داء النعف بواسطة يرقاتها التي تسبب تشوهات وجروح خطيرة على مستوى الشخص المصاب.

لهذه الأسباب شدد انتباهنا عائلة Calliphoridae لنفهم دورها واستعمالاتها بشكل أفضل، كما اهتمنا بالتوزيع الجغرافي لأنواعها ذات الأهمية الطبية و الطب الشرعي في الجزائر .

الهدف من البحث البيولوجي هو جمع البيانات ذات صلة، من أجل إنشاء قاعدة بيانات يمكن الاعتماد عليها.

لقد تمكنا من تحديد 10 أنواع من عائلة Calliphoridae في الجزائر *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya bezziana*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum*,

لقد تكررت أنواع *C. vicina*, *Ch. albiceps*, *L. sericata* بشكل ملحوظ وملفت في جميع أنحاء الجزائر حيث عرفت انتشار جغرافي واسع، كما وجدت خلال جميع فصول السنة في مناطق حضرية، شبه حضرية، الغابات و القرى . كما استطعنا العثور على أنواع نادرة في الجزائر *Chrysomya bezziana*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar* التي يمكن أن يحدث خلط بينها وبين الأنواع من نفس الجنس أثناء محاولة التعرف عليها ولهذا نحن لسنا واثقين من وجودهم في التراب الوطني لذلك يجب التأكد.

الكلمات المفتاحية : ثنائيات الأجنحة (ديبتيرا)، Calliphoridae ، الطب الشرعي ، دراسة بيولوجية منهجية العلاج ، باليرقات، الجزائر.

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier avant tout le bon Dieu tout puissant qui m'a donné la volonté, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*J'exprime toute ma gratitude à ma promotrice **Dr. Taleb M.**, Maître Assistance au Département de Biologie des Populations et des Organismes de la faculté SNV Université de Blida 1, pour son effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi de ce travail malgré les circonstances douloureuses rencontrées.*

Je tiens également à exprimer mes remerciements aux membres du jury, qui ont accepté d'évaluer notre travail:

***Prof. Tail G.**, Professeur au Département de Biologie des Populations et des Organismes de la Faculté SNV de l'Université de Blida, d'avoir accepté de présider le jury.*

***Mme Saighi H.**, Maître Assistante au Département de Biologie des Populations et des Organismes de la Faculté SNV de l'Université de Blida 1, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

A mes parents pour leurs encouragements, leurs efforts et leurs aides et à mes frères et ma sœur pour leurs soutiens.

Enfin, je remercie mes amis pour leurs aides et leurs encouragements.

Liste des abréviations

C. vicina: *Calliphora vicina*

C. vomitoria: *Calliphora vomitoria*

Ch. albiceps *Chrysomya albiceps*

Ch. Bezziana: *Chrysomya bezziana*

Ch. megacephala: *Chrysomya megacephala*

L. ampullacea: *Lucilia ampullacea*

L. caesar : *Lucilia caesar*

L. illustris : *Lucilia illustris*

L. sericata : *Lucilia sericata*

L. silvarum: *Lucilia silvarum*

IPM: intervalle post-mortem

Glossaire

Arista : Appendice mince et sétuliforme porté par le 3ème article antennaire chez les Diptères Brachycères. Synonymes : chète ou style.

Basicosta : Petite écaille visible à la base de l'aile chez certaines mouches. Sa couleur est souvent un critère d'identification.

Calus huméral : Renflement, bosse au niveau de l'épaule. Épaississement à l'angle basal externe des élytres.

Calypters : Un calyptre est soit l'un des deux lobes postérieurs du bord postérieur de l'aile antérieure des mouches entre la base de l'aile postérieure extrême et l'alula, qui couvre les halteres.

L'épandrium : genitaliade mâle chez les diptères.

Notopleuron : Nom masculin. Chez les Diptères, dépression de la surface dorso-latérale du thorax située à l'extrémité de la suture transverse.

Région occipitale : Chez les insectes partie postérieure de la tête au-dessus du front (vertex) qui porte les trois ocelles.

Sclérite sous-costale : Plaque de chitine participant à l'exosquelette des arthropodes.

Setules : un petit poil ou une colonne vertébrale sur seta.

Soie notopleurale : Groupe de soies du notopleure.

Soies acrostiches : Petites soies recourbées à l'extrémité et distribuées en travées régulières sur le mésonotum.

Stigmates respiratoires: Il se dit de l'orifice des trachées, organes respiratoires placés sur les côtés du corps des insectes.

Styli : Nom masculin. Appendice sensoriel situé à l'extrémité de l'abdomen de certains insectes. Synonymes : forceps.

Tronc radial : La nervation alaire comporte des troncs principaux longitudinaux (nervures radiale) reliés par des nervures intercalaires ou transverses.

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des calliphoridaes	4
Tableau 2 : Liste des mots-clés utilisés dans la recherche bibliographique	22
Tableau 3 : Données de l'occurrence des mouches de la sous-famille <i>Calliphorinae</i> : Genre <i>Calliphora</i> en Algérie.....	25
Tableau 4 : Données de l'occurrence des mouches de la sous-famille <i>Chrysomyinae</i> : Genre <i>Chrysomya</i> en Algérie.....	26
Tableau 5 : Données de l'occurrence des mouches de la sous-famille <i>Luciliinae</i> : Genre <i>Lucilia</i> en Algérie.....	27

Liste des Figures

Figure 1 : Morphologie générale d'un Diptère cas d'une mouche (Mégnin, 1894).....	1
Figure 2 : Cycle de développement d'un Diptère brachycère (Aubernnon <i>et al.</i> 2012).	3
Figure 3 : Corps d'une mouche (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).....	6
Figure 4 : Les quatre segments de patte (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).....	6
Figure 5 : Tête d'une mouche (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).	7
Figure 6 : Aile d'une mouche (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).....	7
Figure 7 : Anatomie d'une paire d'aile Diptère Calliphoridae (Lemonnier et Reguardati, 2012).....	7
Figure 8 : Morphologie générale de Calliphoridae adaptée de Szpila <i>et al.</i> (2014).....	9
Figure 9 : Larve de <i>Calliphora vomitoria</i> (Spzila K, 2010).....	9
Figure 10 : Pontes en grappes d'œufs de Diptère nécrophage (Charabidze, 2011).	10
Figure 11 : Masses larvaires des Calliphoridae (Dekeirsschieter, 2012).	11
Figure 12 : Pupes des Calliphoridae (Dekeirsschieter, 2012).	11
Figure 13: Evolution d'une gangrène sous larvothérapie (Source : http://www.btmcl.com/eng/).	16
Figure 14 : Étapes d'application d'un Biobag lors d'un traitement moderne de larvothérapie	19
Figure 15: Fin de traitement (Toussaint, 2008).....	19
Figure 16 : Schéma de la larve de <i>Calliphora</i>	20
Figure 17 : <i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830 (Lutz <i>et al.</i> 2017).	30
Figure 18 : <i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758) (Lutz <i>et al.</i> 2017).....	30
Figure 19: <i>Chrysomya albices</i> (Wiedemann, 1819) (Lutz <i>et al.</i> 2017).....	31
Figure 20 : <i>Chrysomya bezziana</i> (villeneuve, 1914) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015 ; Lutz <i>et al.</i> 2017).....	32
Figure 21: <i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius,) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015 ; Lutz <i>et al.</i> 2017).....	33
Figure 22 : <i>Lucilia ampullacea</i> (Villeneuve, 1922) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015).	34
Figure 23 : <i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758) (Diptera, Calliphoridae) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015).....	35
Figure 25: <i>Lucilia illustris</i> (Meigen, 1826) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015).....	36
Figure 25: <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015).	37
Figure 26: <i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826) (Akbarzadeh <i>et al.</i> 2015 ; Sivellet <i>et al.</i> 2019).....	38

Table des matières

Résumé

Abstract

Remerciements

Liste des abréviations

Glossaire

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction

Chapitre I : Notions générales	1
I. Généralités sur les Diptères nécrophages	1
1. Définition des Diptères nécrophages.....	1
2. Taxonomie des Diptères nécrophages.....	2
3. Biologie des Diptères nécrophages.....	2
4. Caractéristiques morphologiques des Diptères.....	3
5. Caractéristiques des Calliphoridae.....	4
6. Caractéristiques des principales familles Diptères nécrophages.....	7
6.1. Les Calliphoridae.....	8
II. Rôle des insectes nécrophages	12
1. Rôle médico-légale :.....	12
1.1. Notion d'entomologie forensique.....	12
1.2. Histoire et origine de l'entomologie médico-légale.....	13
1.3. Domaine d'application.....	13
1.3.1. Avec cadavre.....	14
1.3.2. Sans cadavre.....	15
2. Rôle médical.....	16
2.1. Définition de la larvothérapie.....	16
2.2. But de la larvothérapie.....	16
2.3. Historique.....	17
2.4. Application de l'asticothérapie dans un cas clinique.....	18
3. Rôle pathogène des mouches.....	20
3.1. Définition des myiases.....	20
3.2. Historique.....	21
3.1. Classification des myiases.....	21
3.3.1 Classification des agents des myiases :.....	21

3.2. Classement des myiases.....	21
3.4.1 Myiases des plaies.....	21
3.4.2 Myiases cutanées (myiases furonculeuse)	21
3.4.3 Myiases des orifices naturels.....	22
3.4.4 Myiases profondes.....	22
3.3. Diagnostic des myiases.....	22
3.4. Prophylaxie.....	22
Méthodes	1
Chapitre II : Méthodes	22
1. Élaboration d'une stratégie de recherche	22
1.1. L'axe de recherche	22
1.2. Les mots clés.....	22
1.3. Outils de recherche.....	23
Chapitre III : Résultats et discussion	24
1. Occurrence des espèces Calliphoridae nécrophages/parasites en Algérie	24
2. Identification morphologique des espèces Calliphoridae nécrophages/parasites signalées en Algérie	28
2.1. Sous-famille <i>Calliphorinae</i> : Genre <i>Calliphora</i> Robineau-Desvoidy, 1830.....	28
2.1. Sous-famille <i>Chrysomyinae</i> : Genre <i>Chrysomya</i> Robineau-Desvoidy, 1830.....	29
2.2. Sous-famille <i>Luciliinae</i> : Genre <i>Lucilia</i> Robineau-Desvoidy, 1830	34
3. Eco-biologie des espèces calliphoridées présentes en Algérie	39
3.1. Sous-famille <i>Calliphorinae</i> : Genre <i>Calliphora</i> Robineau-Desvoidy, 1830.....	39
3.1.1 <i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830	39
3.1.2 <i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758)	40
3.2. Sous-famille <i>Chrysomyinae</i> : Genre <i>Chrysomya</i> (Robineau-Desvoidy, 1830).....	40
3.2.1. <i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	40
3.2.2. <i>Chrysomya bezziana</i> (Villeneuve, 1914)	41
3.2.3. <i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	42
3.3. Sous-famille <i>Luciliinae</i> : Genre <i>Lucilia</i> Robineau-Desvoidy, 1830	42
3.3.1 <i>Lucilia ampullacea</i> (Villeneuve, 1922)	42
3.3.2 <i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)	43
3.3.3 <i>Lucilia illustris</i> (Meigen, 1826)	43
3.3.4 <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826).....	44
3.3.5 <i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826)	44
Conclusion	45
Références bibliographiques	45

A decorative red ribbon graphic with a white border, featuring a central white rectangular area. The ribbon has a slight curve and pointed ends.

Introduction

Introduction

Les diptères sont l'un des ordres d'insectes les plus importants et les plus diversifiés, à la fois en raison de leur morphologie, de leur importance en entomologie médico-légale et médicale. « Diptère » signifie « deux ailes », et cela vient du fait que ces insectes ont perdu la seconde paire d'ailes, qui est remplacée par une paire d'organes nommés haltères ou balanciers (Gérard *et al.* 2017).

Le nombre d'espèces décrites au niveau mondial est de 160 000, ce qui représente environ 10 % de toutes les espèces animales connues. Les spécialistes estiment qu'il doit exister entre 400 000 et 800 000 espèces de diptères. Les entomologistes amateurs, en général, s'intéressent plus aux coléoptères, aux lépidoptères, aux orthoptères ou aux odonates qu'aux diptères, souvent moins spectaculaires et dont l'étude est plus difficile (Gérard *et al.* 2017).

Il n'est pas rare d'observer, sur un cadavre en décomposition, la présence d'insectes nécrophages, en particulier de diptères (Auberton *et al.* 2017), ce sont les premiers à coloniser les cadavres alors qu'aucune odeur n'est encore perceptible par l'odorat humain (Charabidze, 2012). D'ailleurs, la majorité des travaux concerne les diptères considérés comme de véritables bio indicateurs dans la datation du décès (Sukontason *et al.* 2003; Klotzbach *et al.* 2004; Clarck *et al.* 2005 ; Saigusa *et al.* 2005 ; Ireland et Turner, 2005 ; Zehner *et al.* 2006 ; Ames *et al.* 2006). Les espèces pionnières appartiennent majoritairement à la famille des Calliphoridae (Rognes, 1997 ; Khoobdel et Davari, 2011) qui est probablement la famille la plus importante en entomologie forensique (Wyss et Cherix, 2006). Les mouches Calliphoridae, utilisent le corps comme ressource alimentaire, comme lieu d'accouplement, de ponte et de croissance des larves que l'on appelle communément asticots. L'identification de ses espèces présentes permettra d'estimer un intervalle post-mortem (IPM) et de dater le décès. L'entomologie médico-légale représente donc une expertise majeure lors de la découverte d'un corps (Auberton *et al.* 2017).

Les Diptères d'importance médicale ne représentent qu'un petit nombre de l'ensemble des Diptères car parmi les nombreuses espèces de mouches, seule *Lucilia (Phaenicia) sericata* convient à l'usage thérapeutique (Gérard *et al.* 2017). La larvothérapie (ou bio chirurgie) est un traitement de seconde intention faisant appel aux larves stades I et II de *Lucilia sericata* de qualité médicale produites de façon aseptique, appliquées sur une plaie chronique présentant une déficience de cicatrisation. En effet, leurs larves se nourrissent exclusivement de tissus morts à la différence des autres espèces qui consomment également les tissus sains.

Les Diptères sont sans doute, le groupe d'insectes qui ont l'impact le plus important sur la santé des humains car certaines mouches peuvent provoquer des troubles par

l'intermédiaire de leurs larves (myiases). Les myiases sont ainsi, pour des Diptères, un moyen d'exploiter une source riche en protéines. Les larves peuvent accumuler suffisamment de protéines pour elles-mêmes mais aussi pour les stades suivants, pupes et adultes (Gérard *et al.* 2017).

Vu l'importance de ces Diptères, nous nous sommes intéressés dans ce travail à la famille des Calliphoridae ainsi que ses espèces d'importance médicale et forensique. L'intérêt principal porte sur la collecte de données relatives à l'étude de la distribution de ces espèces dans le territoire algérien afin de créer une base de données. Nous présentons également les critères morphologiques de chaque espèce ainsi que sa biologie et distribution en Algérie et dans le monde.

Le travail présenté est initié par des généralités sur les Diptères nécrophages suivi par une présentation de leurs rôles (Chapitre I). Le Chapitre II présente les méthodes de notre recherche des données. Le Chapitre III est dédié aux Résultats et Discussions qui seront suivis d'une conclusion et des perspectives.

Chapitre I : Notions générales

I. Généralités sur les Diptères nécrophages

On connaît probablement aujourd'hui quelque 160 000 espèces de Diptère (Gérard *et al.* 2017), par ordre d'importance (diversité), c'est le 4ème ordre après les coléoptères, les hyménoptères, et les lépidoptères. Les mouches se rencontrent partout à la surface de la planète et peuvent être parfois très abondants. La majeure partie des espèces de mouches joue un rôle important dans les écosystèmes en tant que pollinisateurs, parasites, prédateurs, mais aussi en tant que décomposeurs et recycleurs de la matière organique (Wyss et Cherix, 2006).

1. Définition des Diptères nécrophages

Les Diptères nécrophages sont des espèces qui se nourrissent des cadavres ou des matières organiques mortes (Mozayani et Noziglia, 2011). Elles possèdent trois paires de pattes, une carapace rigide ou exosquelette et un corps segmenté divisé en trois régions (tagmes) : tête, thorax, abdomen (Figure 1). Environ il y a près de 400 millions d'années, la classe des insectes constitue dans le règne animal la part la plus importante en diversité et en biomasse (77% des animaux). Leur petite taille mais surtout une capacité de reproduction, hors du commun, a permis une formidable adaptation ayant abouti à une grande diversité d'habitat (Gaudry *et al.* 2007).

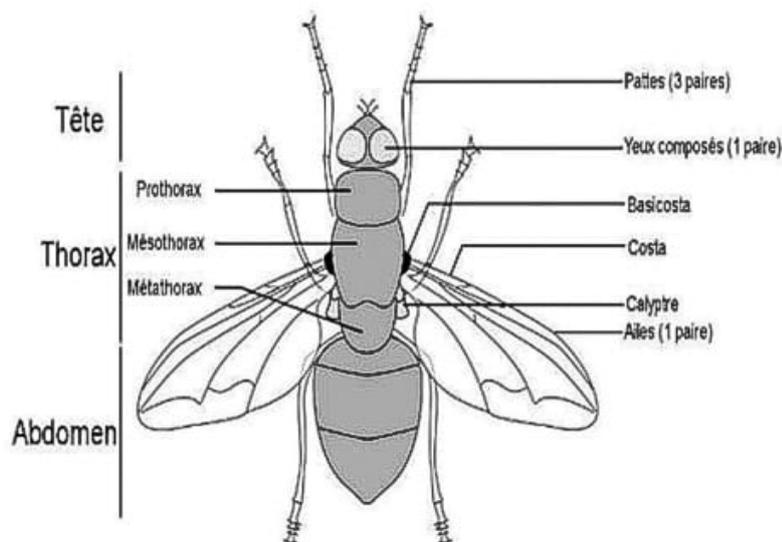


Figure 1 : Morphologie générale d'un Diptère cas d'une mouche (Mégnin, 1894).

2. Taxonomie des Diptères nécrophages

On distingue deux grands sous-ordres de diptères : les nématocères ou Nematocera et les brachycères ou Brachycera. On peut distinguer ces deux sous ordres par les antennes, plus fines et multi segmentées chez les nématocères, plus courtes et comptant moins de six segments chez les brachycères (Lemonnier et Reguardati, 2012).

C'est parmi les brachycères que l'on retrouve les Calliphoridae, famille regroupant la plupart des mouches nécrophages utiles en entomologie légale dans la datation post mortem (Lemonnier et Reguardati, 2012).

- a. **Nématocera** : Il existe presque 35 familles et 50000 espèces de nématocère, ce terme se réfère aux antennes qui sont fines et multi segmentées (Wyss et Cherix, 2006)
- b. **Brachycera** : avec 113 familles et 100 000 espèces, ils ont des antennes courtes comptant moins de 6 Segments. Ce sous ordre se divise en deux groupes (Wyss et Cherix, 2006) :
 - Les Orthorrhaphes (23 familles et 35000 espaces) ce sont les tabanidae ou les taons
 - les Cyclorrhaphes (90 famille et plus de 65 000 espèces) comme les Calliphoridae, les Muscidae, les Syrphidae, etc.

3. Biologie des Diptères nécrophages

Les Diptères sont des insectes à métamorphose complète (holométabole) ; la larve est très différente de l'insecte adulte. La larve subit plusieurs mues avant d'entrer en nymphose (pupaison) (Figure 2). La durée de développement varie selon les espèces et la température (Wyss et Cherix, 2006).

La plupart des espèces sont ovipares (exception faite des Sarcophagidae) en quelques heures, les œufs vont éclore et donner naissance à des larves ou asticots. Ces asticots passent par trois stades larvaires, ensuite migrent et s'éloignent du corps pour effectuer leur métamorphose (pupaison) (Byrd et Castner, 2001).

Au fur et à mesure que le temps passe, le puparium se sclérifie et se mélanise. Ce changement de couleur plus ou moins marqué, est une des techniques utilisées pour dater l'âge des pupes (Haskell *et al.* 1997) (Figure 2).

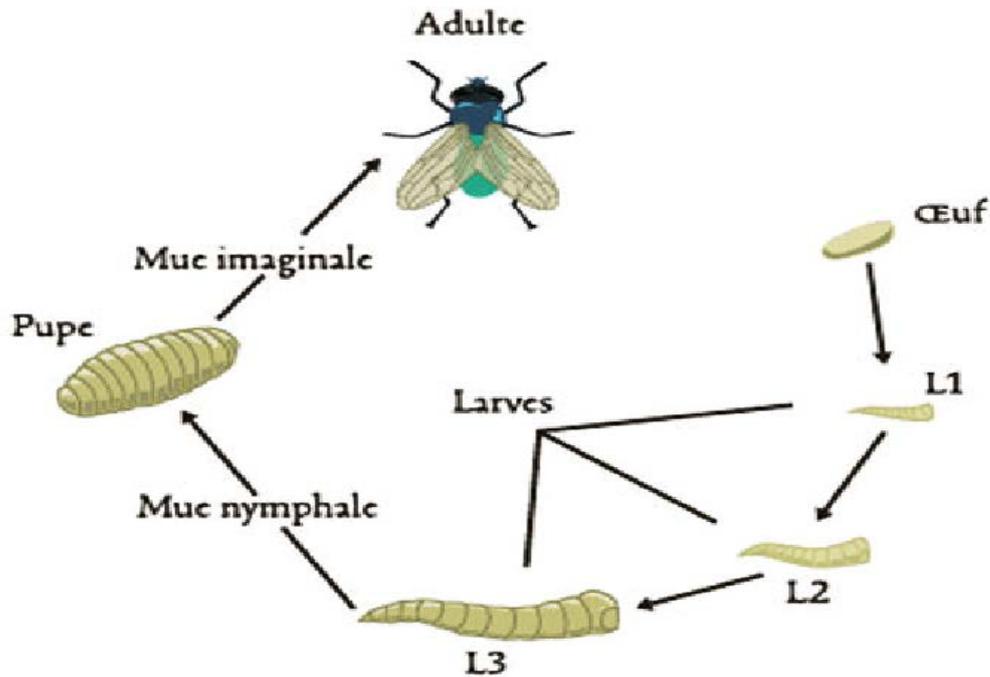


Figure 2 : Cycle de développement d'un Diptère brachycère (Aubernnon *et al.* 2012).

4. Caractéristiques morphologiques des Diptères

Chez les Diptères adultes, la tête est très mobile, les yeux sont généralement grands et occupent la majeure partie de la tête. Trois ocelles en triangle sont souvent présents sur le vertex. Les antennes ont une taille et une configuration très variable selon les familles, les genres et les espèces. Les pièces buccales lécheuses ou piqueuses forment une trompe ou proboscis dont la fonction et l'aspect diffèrent selon les groupes. Le mésothorax est en général développé car il héberge les puissants muscles qui permettent le vol ; le prothorax et le mésothorax sont proportionnellement réduits. Les pattes, simples, ont des tarsi de cinq articles pourvus de pelotes adhésives qui leur permettent de se poser sur toutes sortes de surfaces. L'abdomen plus ou moins allongé porte les pièces génitales, dont la forme varie considérablement selon les espèces. L'édeage (organe génital mâle) est, comme chez la plupart des autres insectes, largement utilisé pour identifier les espèces : c'est une véritable carte d'identité ! Le corps des Diptères est généralement pourvu de nombreuses soies dont le nombre et la disposition servent également à l'identification des familles, genres et espèces (Martinez, 2013). Cet ordre de la classe des insectes est caractérisé par la présence d'une seule et unique paire d'ailes, les ailes postérieures étant réduites en balanciers ou haltères (Chinery, 2005).

5. Caractéristiques des Calliphoridae

Tableau 1 : Caractéristiques des calliphoridaes

Critères morphologiques	Caractéristiques	Figure
La segmentation des adultes	Le corps d'une mouche, comme celui de tous les insectes, se divise en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Figure 3). Le thorax est composé de trois segments : le prothorax (T1), le mésothorax (T2) : très développé car en relation avec les muscles du vol et le métathorax(T3). Chaque segment thoracique porte une paire de pattes. Le mésothorax porte également la paire d'ailes. La paire de balanciers (seconde paire d'ailes atrophiées), est portée par le métathorax. Les balanciers sont difficilement visibles chez la mouche, car cachés par les calyptères, qui sont une extension tégumentaire de la base de la paire d'aile (Lemonnier et Reguardati, 2012). Chaque segment thoracique se divise en trois parties ou sclérites (plaques de l'exosquelette) : le mésonotum (face dorsale), le mésosternum (face ventrale), et les mésopleurons (latéraux) de chaque côté (Lemonnier et Reguardati, 2012).	(Figure 3)
Les pattes des adultes	Les pattes se terminent par des griffes et sont constituées de quatre segments (Figure 4) : le trochanter (1) : une petite section, le fémur (2), le tibia (3), les tarse (4) (Lemonnier et Reguardati, 2012).	(Figure 4)
Les soies des adultes	Les soies (poils) sont des organes tactiles très important pour les mouches. Elles les nettoient régulièrement à l'aide de leurs pattes. La chétotaxie est l'étude du nombre, de la position, de la couleur des soies. Elle permet l'identification de certaines espèces (Lemonnier et Reguardati, 2012).	/

Chapitre I : Notions générales

<p>La tête des adultes</p>	<p>Les mouches possèdent une tête mobile (Figure 5) qui porte les éléments suivants (Lemonnier et Reguardati, 2012) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une paire de grands yeux composés ou œil à facette constitué d'un ensemble de récepteurs sensibles à la lumière appelé des ommatidies ; - une paire d'antennes (1) ; - une paire de palpes (2), petits appendices portant souvent les organes sensoriels du toucher, du goût et de l'odorat, grâce à la présence de sensilles ; - un labre (3), ou lèvre supérieure ; - une lèvre inférieure (4) ; <p>La palpe et les lèvres supérieures et inférieures forment une pièce buccale en forme de trompe (la mouche est de type lécheur-suceur, elle consomme les aliments liquides et ne mastique pas). Elle aspire le liquide avec une trompe rétractile (5), le labium, qu'elle déploie de sa tête. Si un aliment est trop compact, elle le dilue en régurgitant sur lui des substances sécrétées par son intestin contenant des enzymes et suce ensuite le liquide digéré (Lemonnier et Reguardati, 2012).</p>	<p>(Figure 5)</p>
<p>Les ailes des adultes</p>	<p>La première paire (1) est attachée au mésothorax. Le calyptère (2) est une sorte d'écaille ou lame cornée voûtée ; il cache le balancier (3), qui remplace la deuxième paire d'ailes et sert de stabilisateur du vol (c'est son gyroscope) (Figure 6) (Lemonnier et Reguardati, 2012).</p> <p>La paire d'aile est constituée d'une membrane cuticulaire supportée par des nervures ou veines tubulaires sclérotisées (Figure 7). Les veines majeures sont longitudinales, la disposition des nervures constitue un élément important dans la classification et dans l'identification (Lemonnier et Reguardati, 2012).</p> <p>La veine principale, est appelée la costa. Elle donne à</p>	<p>(Figure 6) (Figure 7)</p>

Chapitre I : Notions générales

l'aile sa rigidité pour le vol, a la base de cette veine se trouve parfois une basicosta, une sorte d'écaille distincte placée à la base de l'aile (Lemonnier et Reguardati, 2012).

La seconde veine, la veine 2, est appelée la veine tige ou subcosta. Les muscles sont attachés au thorax et c'est par sa distorsion, que l'aile s'abaisse ou se relève. Le nombre de battements est très élevé durant le vol (par exemple une *Musca* peut réaliser 300 battements par seconde) (Lemonnier et Reguardati, 2012).

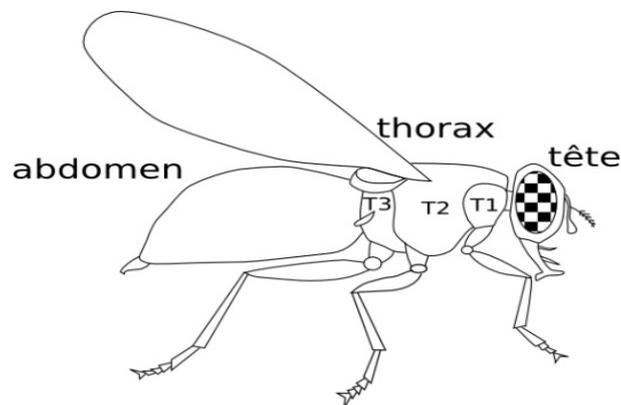


Figure 3 : Corps d'une mouche (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).

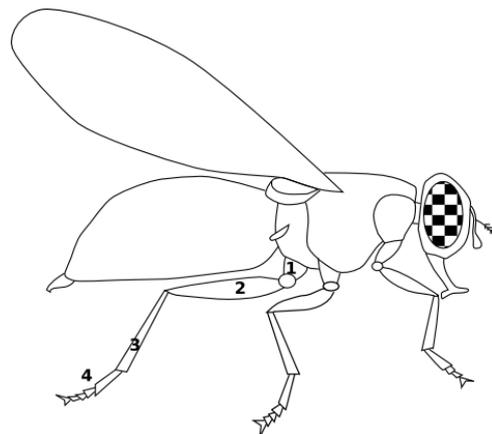


Figure 4 : Les quatre segments de patte (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).

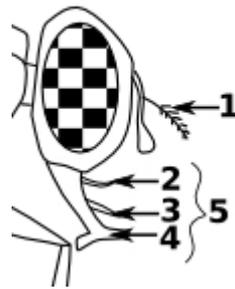


Figure 5 : Tête d'une mouche (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).

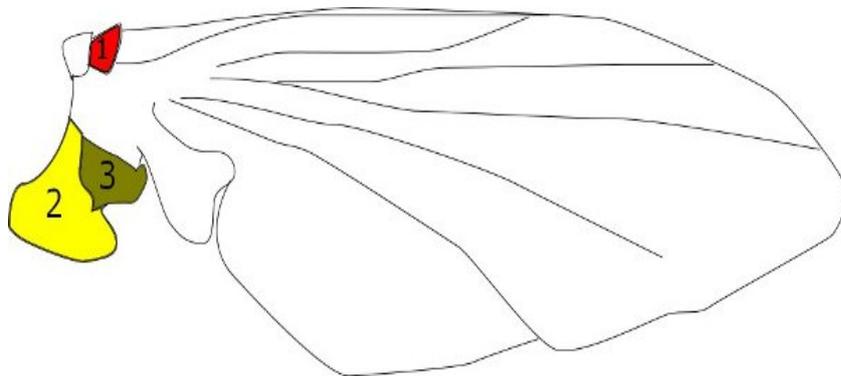


Figure 6 : Aile d'une mouche (Diptère Calliphoridae) (Lemonnier et Reguardati, 2012).



Figure 7 : Anatomie d'une paire d'aile Diptère Calliphoridae (Lemonnier et Reguardati, 2012).

6. Caractéristiques des principales familles Diptères nécrophages

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

Chapitre I : Notions générales

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

Selon Wyss et Cherix, (2006) les familles suivantes sont attirées par des cadavres humains et dont le cycle de développement se déroule sur ce type de substrat : Calliphoridae, Sarcophagidae, Piophilidae, Fanniidae, Muscidae et Phoridae

6.1. Les Calliphoridae

6.1.1. Caractéristiques générales

Cette famille de mouches de tailles moyenne compte plus de 1000 espèces connues au monde. Les adultes ont une taille moyenne entre 6 et 14 mm et la majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir (Wyss et Cherix, 2006) (Figure 8).

Les Calliphoridae sont des mouches assez rapides avec un vol plutôt bruyant. On les rencontre le plus fréquemment sur les matières animales et végétales en décomposition.

Les larves sont des asticots de forme cylindro-conique (Figure 9), et sont nécrophages, coprophages, saprophages et vivent dans les matières organiques en décomposition. Elles présentent une taille allant de 8 à 23 mm, de couleur blanche ou crème (Berthet-Beaufils, 2010 ; Wyss et Cherix, 2006). Le segment terminal du corps possède 6 petites tubercules. Ce segment contient aussi les spiracles postérieurs, qui permettent à la larve de respirer.

Habituellement ce sont les premières mouches arrivées sur place et qui colonisent un cadavre humain. Dans certains cas leur arrivée est une question de minutes. L'arrivée de ces insectes sur le cadavre permet d'estimer l'intervalle post-mortem (Byrd et Castner, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006). Elles ont généralement un comportement diurne (pontes en journée) et ne volent pas par temps pluvieux (Anderson, 2001). La femelle possède des segments télescopiques au bout de son abdomen qui forment un ovipositeur. Une femelle peut pondre plusieurs centaines d'œufs (Wyss et Cherix, 2006).

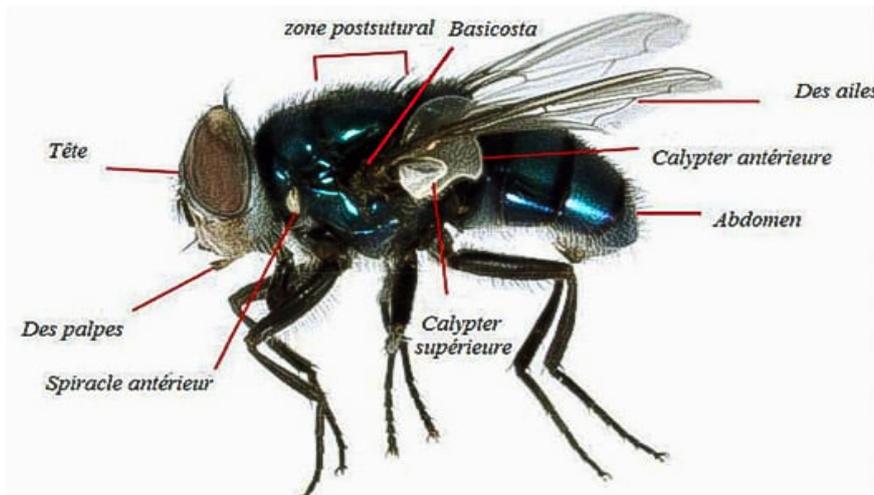


Figure 8 : Morphologie générale de Calliphoridae adaptée de Szpilaet al. (2014)

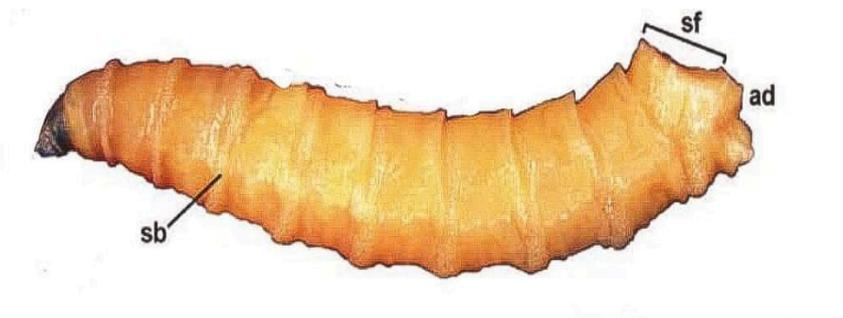


Figure 9 : Larve de *Calliphora vomitoria* (Spzila K, 2010).

ad – anal division (division anale); sb – spinose band (bande épineuse);

sf – spiracular field (champ spiraculaire).

6.1.2. Cycle de développement des Calliphoridae

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

➤ **Ponte : période embryonnaire :**

Chez les Calliphoridae nécrophages, les femelles déposent leurs œufs en priorité sur les blessures ou, si celle-ci sont absentes dans les orifices naturels. Les œufs en forme de banane, de couleur blanc jaunâtre, mesurant de 1 à 2 mm de long, déposés par paquets d'une dizaine à

Chapitre I : Notions générales

plusieurs centaines. La femelle pond parfois profondément dans le substrat grâce à son oviscapte (Charabidze, 2008) (Figure 10).



Figure 10 : Pontes en grappes d'œufs de Diptère nécrophage (Charabidze, 2011).

➤ Croissance larvaire :

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

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

Au premier stade, la larve ne possède qu'une paire de stigmates situés sur le dernier segment. A partir du deuxième stade, il y'a apparition d'une deuxième paire de stigmates sur le prothorax a ce deuxième stade les stigmates postérieurs présentent deux fentes, alors q' au troisième stade, ces mêmes stigmates en présentent trois (Charabidez, 2008) (Figure 11).



Figure 11 : Masses larvaires des Calliphoridae (Dekeirsschieter, 2012).

➤ **Phase pupale :**

Après avoir cessé de s'alimenter, les larves, alors appelées pré-pupes, quittent le corps et recherchent un site favorable à la pupaison. Elles s'enterrent la plupart du temps à quelques mètres du cadavre mais peuvent dans certains cas (carrelage d'une habitation) parcourir jusqu'à 30 m. chez beaucoup d'espèces la pupaison a lieu à 2 ou 3 cm de profondeur. À ce moment, la cuticule de la larve se contracte puis se sclérifie en brunissant pour former la pupa (enveloppe rigide protégeant la nymphe). La vitesse de la métamorphose est proportionnelle à la température (Charabidez, 2011) (Figure 12).



Figure 12 : Pupes des Calliphoridae (Dekeirsschieter, 2012).

➤ **Émergence des adultes (période imaginale) :**

Le début de cette période est marqué par l'ouverture du puparium. Le jeune imago provoque cette ouverture par des gonflements répétés de son sac frontal ou ptilinum. Il est alors capable de mouvements de reptation rappelant ceux de la larve, lui permettant de traverser le substrat sur lequel il émerge. Juste après l'émergence, les téguments sont mous et

Chapitre I : Notions générales

peu pigmentés. Rapidement le corps augmente de volume par remplissage des sacs trachéens et les ailes s'étalent. Les téguments durcissent et prennent leur teinte définitive. La mouche présente alors déjà sa forme caractéristique bien que certains organes doivent encore achever leur maturation. Dans les conditions optimales (température, alimentation protéique suffisante), les femelles sont capables de pondre une semaine après leur émergence. (Charabidez, 2008).

II. Rôle des insectes nécrophages

1. Rôle médico-légale :

Actuellement, les Diptères nécrophages sont non seulement utilisés pour estimer la période écoulée entre le décès d'une victime et la découverte du corps ou intervalle post mortem, mais peuvent aussi apporter des informations dans les cas d'abus et de négligences chez les enfants ou les personnes âgées, sur les causes de la mort, l'identité des victimes, etc.

Les nécrophages sont directement attirés par le cadavre, ils sont dotés de puissants chimiorécepteurs présents dans leurs antennes et un odorat performant leur permettant de détecter l'odeur du cadavre frais quelques minutes seulement après le décès, même si le cadavre a une très longue distance. Ils se nourrissent de substrat et l'utilisent pour assurer la subsistance de leurs larves (Dekeirsschieter *et al.* 2011).

1.1. Notion d'entomologie forensique

L'entomologie légale, médico-criminelle ou forensique, est une discipline des sciences forensiques qui étudie les insectes et d'autres arthropodes tels que les acariens dans un contexte judiciaire. Elle constitue donc l'ensemble des interactions entre les insectes et la justice (Catts et Haskell, 1991 ; Marquez-Grant et Roberts, 2012).

L'entomologie forensique s'appuie sur l'étude du développement thermo-dépendant des insectes colonisateurs sur un principe de succession chronologique de différentes espèces au cours de l'altération cadavérique.

La dégradation d'un corps et sa colonisation par les insectes sont deux phénomènes intimement liés et sont influencés par de nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques au cadavre (Wells et Lamotte, 1995 ; Campobasso *et al.* 2001). Les facteurs intrinsèques, directement liés à la personne décédée, sont l'âge, la masse corporelle, la cause du décès (drogues, infection, etc.), l'hygiène corporelle, l'intégrité du corps (blessures, plaies) et la présence de vêtements (Campobasso *et al.* 2001). Parmi les facteurs externes, le facteur le plus important est la zone biogéoclimatique incluant l'habitat, la végétation, le type de sol et les

conditions météorologiques (température, vent, humidité atmosphérique) du lieu où se situe la dépouille (Anderson 2001, Campobasso *et al.* 2001).

1.2. Histoire et origine de l'entomologie médico- légale

L'entomologie légale « forensique » a toujours existé dans la vie de l'homme d'une façon volontaire. La première affaire criminelle résolue avec l'aide des insectes date du 13^{ème} en Chine. Un assassin avoue sa faute lorsque, durant l'interrogatoire de suspects, des Diptères de la famille des Calliphoridae ont été attirés par des traces invisibles de sang sur sa faucille (l'arme blanche utilisée dans le meurtre) (Benecke, 2001 ; Amendt *et al.* 2004 ; Wyss et Cherix, 2006).

Plus classiquement, on attribue la première utilisation de l'entomologie forensique au Docteur Bergeret, en 1850 en France (Bergeret, 1855 ; Megnin ,1894 ; Benecke, 2001 ; Gennard, 2012). 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. La discipline s'est, ensuite, développée à l'aide de Mégnin et son étude sur la faune des cadavres (Mégnin, 1894). Depuis cette époque, les connaissances se sont affinées, notamment par l'utilisation des animaux tels que sangliers, chiens, chats, lapins..., etc. Ceux-ci sont choisis pour des caractéristiques spécifiques dans le but d'être utilisés pour la recherche expérimentale, pour ensuite extrapoler les résultats à l'homme (Amendt *et al.* 2004).

En Europe, différents entomologistes ont contribué à l'amélioration des connaissances sur la biologie des insectes nécrophages (Leclercq, 1985 ; Merchenko ,2001 ; Amendt *et al.*2004 ; Wyss et Cherix, 2006). Il faudra ensuite attendre l'année 1985 pour que les premiers protocoles de prélèvement d'insectes sur les scènes de crime soient publiés (leclercq et Brahy, 1985).

1.3. Domaine d'application

Les indices entomologiques retrouvés sur une scène de crime peuvent avoir plusieurs utilités. Wyss et Cherix (2006) signalent que les résultats des expertises entomologiques ne concernent plus seulement la datation de la mort, la dissimulation d'un corps ou de son déplacement éventuel, ils peuvent aussi apporter des informations dans le cas d'abus et de négligences chez les enfants ou les personnes âgées. Le potentiel des insectes nécrophages et nécrophiles est énorme et peuvent fournir des informations sur les causes du décès extrême en l'absence de cadavre, révéler l'identité de la personne décédée en analysant l'ADN présent dans le système digestif des larves. L'utilisation de ces insectes en tant que bio-indicateurs et

auxiliaires miniaturisés des polices scientifiques se révèlent être précieuse et non négligeable (Dereisscherter, 2012).

Les domaines d'application se classent selon la présence ou l'absence du cadavre :

1.3.1. Avec cadavre

a. Datation de la mort (intervalle post-mortem)

La détermination de la période d'activité des insectes sur le corps correspond à l'intervalle ou délai post-mortem. L'estimation du délai post-mortem est basée sur la détermination de la période de ponte des premières espèces de Diptères nécrophages venues coloniser un corps et peut s'appuyer sur l'étude des successions de différentes communautés d'Arthropodes au cours de la décomposition. Souvent associées en conditions normales, il est cependant important de rappeler que ces deux notions demeurent toutefois distinctes. En règle générale, on considère qu'il y a concomitance entre les pontes et le décès (Wyss et Cherix, 2006).

b. L'entomotoxicologie

L'entomotoxicologie est l'étude de la bioaccumulation des xénobiotiques chez les insectes ou d'autres arthropodes en vue de déterminer la présence éventuelle de ces mêmes xénobiotiques au niveau du cadavre. En effet, l'extraction du xénobiotique provenant des insectes s'avère nécessaire lorsque le corps est trop décomposé (absence de tissus, de sang ou d'urine) pour procéder à des analyses toxicologiques sur des échantillons (Beneck, 2004 ; Amendt *et al.* 2010).

Le matériel biologique d'intérêt en entomotoxicologie se compose essentiellement de larves, de pupes, d'insectes adultes (aussi bien les Diptères que les Coléoptères), de pupes vides, d'exuvies et même parfois de matière fécale de Coléoptères. En effet, les larves de Diptères, qui se nourrissent sur le corps intoxiqué, ne métabolisent qu'en partie les drogues ou toxines prises par la personne lorsque celle-ci était vivante (Amendt *et al.* 2010). Le transport de ces substances se fera également aux Coléoptères qui se nourrissent de ces larves ou directement du cadavre (Wyss et Cherix, 2006).

L'étude entomotoxicologie permet donc d'identifier et de quantifier la présence de xénobiotiques chez les arthropodes qui se nourrissent sur les cadavres (Amendt *et al.* 2010).

c. Déplacement, dissimulation du cadavre, lieu de décès

Chaque espèce présente une aire de distribution qui traduit ses capacités d'adaptation au milieu environnant. Il en résulte que la comparaison entre la faune entomologique observée sur le cadavre et la faune locale peut permettre de déterminer si le corps a été déplacé durant

la période écoulée entre le décès et la découverte du cadavre (Wyss et Cherix, 2006). Cela implique que les prélèvements doivent être complètes plus rigoureux possible.

1.3.2. Sans cadavre

a. Enfants et personnes âgées maltraités

Les insectes nécrophages peuvent aussi révéler certains cas de maltraitances et de négligence sur les personnes dépendantes de notre société telles que les personnes âgées ou les enfants en bas âge (Benecke, 2001; Gennard, 2012). En effet, les larves de certains Diptères nécrophages, par exemple *Lucilia sericata* (Meigen, 1826), sont attirées par les odeurs, comme l'ammoniaque, provenant de l'urine et des fèces. La présence d'asticots au niveau d'une blessure (escarres) ou d'un orifice naturel d'une personne vivante provoque des lésions et indique souvent que la personne est négligée (Nigam *et al.* 2006).

Ces lésions, appelées myiases des plaies ou traumatiques, apparaissent sous forme d'abcès et de furoncles de coloration rougeâtre qui deviennent douloureux. L'estimation de l'âge de ces larves permet de déterminer depuis quand les larves sont présentes sur le corps et donc depuis quand la personne est délaissée (Gennard, 2012).

Cependant, la médecine a su également tirer parti des mouches. En effet, on emploie leurs larves à des fins thérapeutiques en « astico-thérapie » pour débrider les plaies. On parle également de « maggot therapy » de « larvo-thérapie » ou de « lucilia-thérapie » en référence aux espèces de Calliphoridae employées (Gennard, 2012).

b. L'entomologie urbaine et l'entomologie des denrées stockées

L'entomologie urbaine se concentre principalement sur les insectes (termites, cafard etc.) causant des nuisances au sein de l'environnement humain (habitation, musées, piscine etc.) (Hall, 2001).

L'entomologie des denrées stockées s'intéresse aux arthropodes et débris d'arthropodes retrouvés dans la nourriture et autres produits comme les livres ou les textiles. Les chenilles dans les boîtes de conserve de légumes, et les larves de mouches dans les sandwichs de fastfoods sont des exemples généralement plaidés par le secteur des denrées stockées. Les insectes forment l'une des communautés les mieux adaptées à l'écosystème de l'entrepôt (Charabidze, 2012).

Cela implique que les prélèvements doivent être complets et les plus rigoureux possible.

2. Rôle médical

2.1. Définition de la larvothérapie

La luciliathérapie, également appelée asticothérapie, larvothérapie ou maggot debridement therapy est l'emploi délibéré de la procréation naturelle de la mouche *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptère, Calliphoridae) à des fins thérapeutiques où les larves de cette catégorie de mouches se nourrissent exclusivement de tissus morts (Martinez et José, 2004).

2.2. But de la larvothérapie

Le but de la larvothérapie est de favoriser la détersion, la désinfection et la cicatrisation des plaies chroniques. Après le succès de la larvothérapie dans des temps anciens, son déclin avec l'apparition des antibiotiques, elle connaît un renouveau depuis les années 1990 (Martinez et José, 2004).

Plusieurs raisons expliquent ce renouveau : une meilleure connaissance des mécanismes d'action des larves de *Lucilia sericata*, la formulation de larves médicales stériles dans des sacs faciles à utiliser, la mise au point de protocoles thérapeutiques plus efficaces et le développement des résistances bactériennes. Ainsi, bien que thérapeutique minoritaire, la larvothérapie se développe de plus en plus en médecine humaine et vétérinaire (Baer, 1931).

Cette thérapeutique ancienne a été interrompue après la seconde guerre mondiale lors de l'émergence des antibiotiques. Actuellement, l'effet antibactérien en particulier sur les bactéries résistantes tels que le staphylocoque doré ou les streptocoques de groupe A et B et la détersion assurée par les Larves rendent leur utilisation très intéressante dans les plaies chroniques en particulier chez les diabétiques. Les Larves stériles sont intégrées dans un pansement et leurs sécrétions agissent au travers du pansement. L'efficacité des larves est maintenant admise et des études cliniques scientifiques sont en cours pour le prouver (Wim *et al.* 2011) (Figure 13).



Figure 13: Evolution d'une gangrène sous larvothérapie

(Source : <http://www.btmcl.com/eng/>).

Lucilia sericata s'avère donc être une arme redoutable dans le traitement des plaies résistantes à la cicatrisation, en proposant un large panel d'activités complémentaires (Sherman, 2014) :

- ✓ Nettoyage de la plaie par détersion.
- ✓ Induction de la cicatrisation par sécrétion d'enzymes stimulant la formation d'une nouvelle couche de peau.
- ✓ Effet anti-infectieux par la détersion et la sécrétion de protéines antibactériennes et antifongiques.

2.3. Historique

L'asticothérapie est une pratique très ancienne (Téot, 1996). Depuis des milliers d'années, les aborigènes australiens et les indiens Maya utilisaient des vers pour nettoyer les plaies. Ambroise Pare le premier en compris le bénéfice thérapeutique au 16ème siècle (Caruel et Faucher, 1997). Sous le premier Empire, alors qu'il soignait les blessés sur les champs de bataille, le Baron Larrey, Chirurgien de la Grande Armée, observa que les larves présentes sur les plaies amélioraient la formation du tissu de granulation (Larrey, 1829).

La première application clinique des larves a été proposée par Zacharias et Jones pendant la guerre civile américaine (Mumcuoglu, 2001). Le chirurgien William Baer redécouvrit cette technique pendant la 1ère guerre mondiale et fut à l'origine de son extension dans l'entre 2 guerres (Baer, 1931). L'engouement pour la larvothérapie s'amenuisa après la 2ème guerre mondiale en raison de l'essor des techniques chirurgicales et d'hygiène, et de l'utilisation plus large des antibiotiques. L'émergence de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques depuis 20 ans et la curiosité des cliniciens ont ravivé l'intérêt pour cette technique (Mumcuoglu, 2001; Beasley, 2004).

Aux USA, Sherman note que de nombreux patients relèvent de ce type de traitement mais la difficulté étant de trouver suffisamment de praticiens qui acceptent l'asticothérapie dans la mesure où il existe encore un nombre conséquent de médecins qui considèrent ce traitement comme archaïque. Cependant les compagnies d'assurances américaines remboursent l'asticothérapie (Bonn, 2000).

En Israël, ce traitement a aussi été réintroduit en même temps qu'aux USA et en Grande Bretagne. K.Y. Mumcuoglu semble en être le référent (Vistnes *et al.* 1981 ; Mumcuoglu *et al.* 1999).

L'asticot est officiellement un « médicament » depuis 2005 en France. Les larves à usage thérapeutique proviennent d'une culture élaborée en milieu stérile. Enfermées dans des

pansements perméables à l'air et humidifiées deux fois par jour, échappant ainsi à la vue du patient, elles sont appliquées sur la plaie à soigner et se mettent aussitôt à l'ouvrage. La plaie est nettoyée en permanence puisque le pansement est changé tous les deux jours pour remplacer les travailleuses repues par de nouvelles recrues. Ces pansements « vivants » prennent le relais de la médecine conventionnelle lorsque celle-ci se révèle défailante ou impuissante. Ils font merveille sur les escarres, les plaies infectieuses incurables ou les plaies ulcérées (Cazander *et al.* 2010).

2.4. Application de l'asticothérapie dans un cas clinique

Un exemple d'un traitement moderne de larvothérapie est montré dans la Figure 14. Une petite plaie fibrineuse du pied chez un patient diabétique sera traitée avec des larves sous sachet (Figure 14A). La plaie est évaluée et mesurée, l'absence de traces de traitements antérieurs susceptibles d'être néfaste pour les larves est noté (Figure 14B). La zone de tissu sain entourant la plaie est protégée contre les enzymes protéolytiques des larves à l'aide d'une pâte à eau ou à oxyde de zinc (Figure 14C) (Toussaint, 2008).

Le sachet contenant les larves est posé sur la plaie; Ici, il s'agit d'un pansement BioFOAM®¹ produit par ZooBiotic de 2,5 cm x 4cm contenant 150 larves environ ; les tissus nécrotiques sont liquéfiés par les sécrétions des asticots qui sont sorties de l'enveloppe, en contrepartie le liquide nécrotique nourrissant les larves à l'intérieur est absorbé par le Biobag ; Quelques fois le Biobag peut être en nylon ou en sac (Figure 14D) (Toussaint, 2008).

Le sachet est recouvert d'une compresse (Figure 14EF). L'ensemble sachet + compresse est maintenu en place à l'aide d'un pansement adhésif mais non-occlusif pour stabiliser le montage, et afin d'éviter que les larves ne fassent trop saigner le tissu de granulation (action puissante des enzymes protéolytiques) (Figure 14G). Le pansement est terminé. Il sera changé tous les jours lors de l'examen de la plaie et la vérification des larves. Selon l'état de la plaie et l'avancement de la détersion le traitement durera de 3 à 4 jours (Figure 14H). Fin du traitement (lors de 3ème jours). La couleur du pansement doit être notée, due à l'évacuation par les larves des produits de détersion (Figure 14I) (Toussaint, 2008).

¹BioFOAM® a été retiré du marché le 05/06/2012.



Figure 14 : Étapes d'application d'un Biobag lors d'un traitement moderne de larvothérapie (Toussaint, 2008).

- (A) Une petite plaie fibrineuse du pied du patient (B) Mesure et évaluation de la plaie (C) Protection de la zone de tissu sain entourant la plaie à l'aide d'une pâte à eau ou à oxyde de zinc (D) Dépôt du sachet contenant les larves sur la plaie (E) Couverture de sachet avec une compresse (F) Maintenance de sachet + compresse l'aide d'un pansement adhésif mais non occlusif pour stabiliser le montage (G) Fin de pansement (H) Fin de traitement (après 3 à 4 jours).

A la fin « officielle » du traitement ou dès que la détersion est obtenue, le pansement est retiré (Figure 15A), le sachet est éliminé dans un container DASRI, la plaie est complètement nettoyée en trois jours avec un minimum de soins quotidiens (Figure 15C) (Toussaint, 2008).



Figure 15: Fin de traitement (Toussaint, 2008).

(A, B) enlèvement de pansement+le sachet (C) la petite plaie fibrineuse du pied du patient après le traitement.

3. Rôle pathogène des mouches

Les mouches, appartenant à l'ordre des diptères, peuvent intervenir de différentes façons dans la propagation de nombreuses infections. En effet, les mouches peuvent transmettre les agents pathogènes : soit comme simple transporteur (bactéries, virus, parasites), soit de façon active à titre de vecteur (trypanosomes), soit, plus rarement comme hôte intermédiaire (*Thelazia*). Enfin, certaines mouches peuvent provoquer des troubles par l'intermédiaire de leurs larves (myiases).

3.1. Définition des myiases

Les myiases (du grec *myia* = mouche, *iasis* » qui signifie « iase » (maladie) (Zumpt, 1965). Une myiase est l'invasion de tissus vivants des animaux, dont l'homme (Kettle, 1995) par des larves de mouches type Diptères brachycères (Golvan, 1983). Celles-ci se nourrissent des tissus vivants ou nécrosés. Mais leur cycle chez l'homme est toujours avorté, et la larve, ne pouvant évoluer, sort spontanément (Smith et Clevenger, 1986).

Les agents des myiases sont des larves de mouches, ces larves ont une forme d'asticot, conique ou cylindrique avec une extrémité antérieure effilée pourvue de crochets buccaux chitineux et une extrémité postérieure tronquée portant les stigmates respiratoires dont l'aspect est caractéristique de chaque espèce (Figure 16) (Bourée et Resende, 2001).

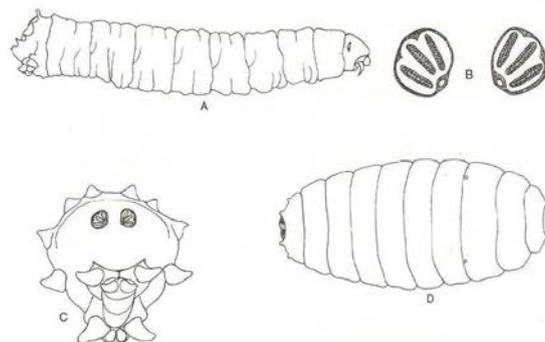


Figure 16 : Schéma de la larve de *Calliphora*

(A) Troisième stade larvaire de *Calliphora* ; (B) Stigmates postérieurs de la larve ; (C) Vue postérieure de la larve ; (D) Pupa (Kettle, 1995).

Le cycle évolutif des agents de myiases est comme celui de tous les cyclorhaphes, comporte obligatoirement trois stades larvaires.

3.2. Historique

Le terme de myiase a été créé en 1840 par HOPE (Abed-Benamara *et al.* 1997). En Algérie, les myiases humaines, particulièrement celles du nez et de l'œil, étaient connues depuis la nuit des temps par les habitants qui les nommaient *thimni*. C'est d'ailleurs en Algérie, dès 1904, que les frères SERGENT ont mis pour la première fois en évidence le rôle d'*Oestrus ovis* dans cette pathologie (Sergent et Sergent, 1907 ; Sergent et Sergent, 1913 ; Dedet, 2011).

3.1. Classification des myiases

3.3.1 Classification des agents des myiases :

Les agents de myiases peuvent être classés en deux catégories :

a) **larves de mouches occasionnellement parasites** qui se développent normalement dans les matières organiques en décomposition, sur des organismes morts ou vivants.

b) **Larves de mouches obligatoirement parasites**

Qui se développent aux dépens de tissus vivants détériorés ou sains.

La famille des Calliphoridae renferme plusieurs genres avec plusieurs espèces parasites obligatoires qui appartiennent aux genres *Chrysomya*, *Cochliomyia*, *Cordylobia* et *Auchmeromyia* (Abed-Benamara *et al.* 1997 ; Hall et Wall, 1995).

3.2. Classement des myiases

3.4.1 Myiases des plaies

En zone tropicale, l'odeur des plaies mal nettoyées et sans protection attire les mouches qui pondent à cet endroit, entraînant le développement des larves in situ. Il s'agit de *Cochliomyia hominivorax*, de *Chrysomya* en zone chaude, et de *Calliphora*, *Sarcophaga*, *Wohlfahrtia* et *Lucilia* en zone tempérée. (Sherman, 2000).

3.4.2 Myiases cutanées (myiases furonculeuse)

Ces myiases furonculeuses se manifestent comme une lésion érythémateuse centrée par une zone blanche évoquant un furoncle, et provoquant une douleur pulsatile (Noutsis et Millikan, 1994). Plusieurs espèces de mouches peuvent provoquer une telle lésion. *Cordylobia anthropophaga* (Diptera, Calliphoridae) : appelée aussi ver de Cayor ou mouche tumbu, évoluant en 8 jours, est fréquente en Afrique (Bourée et Resende, 2001).

3.4.3 Myiases des orifices naturels

a) **Les nasomyiases** : C'est une infestation parasitaire opportuniste tant chez l'homme que chez l'animal. L'infestation de la cavité nasale par les larves diptères est appelée myiase nasale qui est couramment observée dans les pays en développement où la santé et l'hygiène sont mauvaises.

b) **Les oculomyiases (ou ophtalmomyiases)** : elles sont caractérisées par la présence accidentelle de larves de mouches au niveau du cul-de-sac conjonctival. Il s'agit d'une affection cosmopolite, plus fréquente dans le bassin méditerranéen et le Proche-Orient (Dar *et al.* 1980 ; Zayani *et al.* 1989 ; Suzzoni *et al.* 2000 ; Mohsen et Kermatalab, 2004 ; Dono *et al.* 2005). Les larves, parfois pondues en vol par les mouches et tombant dans l'œil (Baliga *et al.* 2001). Une énucléation est par fois nécessaire (Chodosh *et al.* 1991).

c) **Les auriculomyiases** : elles sont plus rares, et se développent sur des lésions préexistantes du conduit auditif (Rossi et Zucoloto, 1973).

3.4.4 Myiases profondes

a) **Les myiases digestives** : Elles sont exceptionnelles (Golvan, 1983), car habituellement les larves ingérées accidentellement sont digérées par les sucs digestifs (Bourée et Resende, 2001). Parfois, elles résistent suffisamment longtemps et déterminent alors une symptomatologie digestive (Abkari *et al.* 1999).

b) **Les myiases urinaires** : Dues à la ponte des mouches près du méat urinaire et peuvent aboutir, au maximum, à une nécrose du gland (Gupta *et al.* 1983), les larves étant éliminées avec les urines (Bouré et Ayadi, 1999).

3.3. Diagnostic des myiases

Le diagnostic des myiases est uniquement basé sur l'identification de la larve.

3.4. Prophylaxie

La prophylaxie est basée sur : l'amélioration de l'hygiène, le repassage systématique du linge de corps (la chaleur détruit les larves), le nettoyage systématique et la protection des plaies, l'utilisation des insecticides, la lutte contre les mouches adultes, le traitement du bétail pour réduire la parasitose et l'élevage des ovins loin des habitations (Abkari *et al.* 1999 ; Bourée et Resende, 2001 ; Anane et Ben Hssine, 2010).



Méthodes

Chapitre II : Méthodes

Une recherche documentaire approfondie a été menée pour réaliser notre étude. Afin d'assurer l'efficacité de cette recherche, un protocole a été établi préalablement.

1. Élaboration d'une stratégie de recherche

Cette étape consiste à :

- Établir l'axe de recherche.
- Définir les mots-clés.
- Savoir quels outils a interrogé.
- Organiser les documents téléchargés.

1.1. L'axe de recherche

Il s'agit de principalement de l'entomologie forensique et la parasitologie médicale et vétérinaire.

1.2. Les mots clés

Avant de commencer la recherche il faut trouver les mots-clés afin de construire des requêtes pour interroger les bases de données. Notre démarche était double : en français et en anglais. La liste des mots-clés utilisés est présentée sur le Tableau.

Tableau 2 : Liste des mots-clés utilisés dans la recherche bibliographique.

Français	Anglais
Algérie	<i>Algeria</i>
Calliphoridae	<i>Calliphoridae</i>
diptères	<i>diptera</i>
DZ	<i>DZ</i>
entomologie	<i>entomology</i>
forensique	<i>forensic</i>
mouches	<i>flies</i>
intervalle post-mortem	<i>postmortem interval</i>
myiases	<i>myiasis</i>
nécrophages	<i>necrophagous</i>

1.3. Outils de recherche

Nous avons effectué une recherche approfondie en utilisant les outils et les portails suivants :

- Les bases de données (PubMed, Web of science, ScienceDirect, Wiley Online Library, BDSP, *etc.*).
- Les archives ouvertes (HAL, TEL, MEdiHAL, *etc.*).
- Les catalogues de bibliothèques.
- Internet (Moteurs de recherches spécialisés : Google Scholar, Theses.fr, Academic search, Science Research, *etc.*).

A red ribbon banner with a white rectangular center containing the text. The banner has a slight 3D effect with a white outline and a drop shadow.

**Résultat
Et
Discussion**

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Occurrence des espèces Calliphoridae nécrophages/parasites en Algérie

Les données de l'occurrence des espèces de la famille Calliphoridae d'importance forensique et médicale sont récapitulées dans le Tableau 1, 2 et 3. Les résultats de notre recherche montre l'occurrence de 10 espèces en Algérie à savoir : *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya bezziana*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata* et *Lucilia silvarum*.

La présence de ces espèces a été documentés en Espagne et en Portugal dont la faune des mouches nécrophages est similaires à celle de l'Algérie (Arnaldos *et al.* 2001; Prado e Castro *et al.* 2012; Taleb, 2019). Néanmoins, *Chrysomya bezziana*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris* et *Lucilia silvarum* sont des espèces rares en Algérie et pourrait avoir été confondu avec les espèces du mêmes genre. C'est surtout probable pour le cas de *L. caesar* et *L. illustris* qui sont des espèces étroitement liées dont l'identification morphologique est difficile en se basant sur des spécimens femelles qui sont les plus fréquentes sur les cadavres.

Nous avons trouvé d'autres espèces documentées dont la distribution géographique habituelle est éloignée. Cela peut être expliqué par une fausse identification. De ce fait, les espèces suivantes ont été exclues du Tableau 2 :

- *Calliphora loewi* (Enderlein, 1903) (Fekiri, 2014 ; Ait Ali Said et Ourrad, 2016).
- *Calliphora subalpina* (Ringdahl, 1931) (Ait Ali Said et Ourrad, 2016 ; Ait Maamar et Bouchala, 2017).
- *Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761) (Ait Ali Said et Ourrad, 2016 ; Ait Maamar et Bouchala, 2017).
- *Phormia regina* (Meigen, 1826) (Ait Ali Said et Ourrad, 2016; Boulkenafet, 2016).
- *Protophormia teranovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Ait Ali Said et Ourrad, 2016).

Calliphora loewi et *C. subalpina*, présentent une répartition sous-alpine. *C. loewi* est présente dans la zone Holarctique et dans une petite zone d'Asie (Charabidze *et al.* 2017). *Calliphora subalpina* est limitée à l'Europe centrale à des altitudes élevées et à l'Europe du Nord (Wyss et Cherix, 2006). *C. mortuorum* peut être trouvée dans toute la région paléarctique mais est rarement signalée dans les pays d'Europe centrale, en particulier dans un contexte médico-légal (Charabidze *et al.* 2017).

Chapitre III : Résultats et discussion

Phormia regina est communément trouvée dans l'ensemble des États-Unis ainsi que dans d'autres régions d'Amérique du Nord. Elle a été également signalée en Europe (Byrd et Allen, 2001). *Protophormia terraenovae* a une distribution holarctique. La mouche est commune dans les régions fraîches. Étant « l'espèce la plus tolérante au froid de toutes les espèces calliphoridées », elle peut résister à des températures extrêmes (Wyss et Cherix, 2006). Ainsi, l'identification des espèces hors de leur zone biogéographique habituelle doit faire l'objet d'une confirmation par un expert et la signalisation de ces espèces dans des publications.

Tableau 3 : Données de l'occurrence des mouches de la sous-famille *Calliphorinae* : Genre *Calliphora* en Algérie.

Espèces	Localité	Étage bioclimatique	Habitat	Saison	Prélèvement	Référence
<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830	Plusieurs localités	humide subhumide semi-aride saharien	urbain, semi-urbain, rural, forêt	printemps automne été hiver	cadavres animaux et humains, appâts de viande	Taleb et al. (2018a)
	Ouled Yaich, Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	cadavres lapins	Taleb (2019)
					cadavres sangliers	Fekiri (2014)
	Constantine	semi-aride	urbain	printemps, automne, été, hiver	Cadavres chiens	Meskaldji et Abed (2018)
						Filali (2011)
					cadavres lapins	Benmira (2018) Guerroudj et Berchi (2018)
	Beni tamou, Blida	subhumide	urbain	printemps	cadavres lapins	Zarouri (2015)
	Akbou, Bejaia	subhumide	semi-urbain	hiverno-printanière	cadavres lapins	Abdoune et Achour (2018)
	Boumhara Ahmed, Guelma	subhumide	rural	printemps	cadavres lapins	Belkhiri (2018)
	Skikda	subhumide	rural	hiverno-printanière	cadavres chiens cadavres lapins	Boulkenafet (2016)
	Gouraya, Tipaza	subhumide	urbain	printemps	cadavres : sangliers, chats, tortues, couleuvres	Bensaada (2015)
Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres chiens filet fauchoir	Ait Ali Said et Ourrad (2016) Ait Maamar et Bouchala (2017)	
Zéralda	subhumide	forêt	printemps	cadavres sangliers	Bensaada (2015)	

Chapitre III : Résultats et discussion

<i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758)	Alger	subhumide	urbain	printemps et été	cadavres lapins	Taleb <i>et al.</i> (2016)
	OuledYaich, Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	cadavres lapins	Taleb (2019)
					cadavres sangliers	Fekiri (2014)
	Akbou, Bejaia	subhumide	semi-urbain	hiverno-printanière	Cadavres lapins	Abdoune et Achour (2018)
	Constantine	semi-aride	urbain	printemps, automne, été et hiver	Cadavres chiens	Meskaldji et Abed (2018)
						Filali (2011)
					cadavres lapins	Benmira (2018)
	Skikda	subhumide	rural	hiverno-printanière	cadavres : chiens lapins	Guerroudj et Berchi (2018)
Skikda	subhumide	rural	hiverno-printanière	cadavres : chiens lapins	Boulkenafet (2016)	
Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres chiens	Ait Ali Said et Ourrad (2016)	

Tableau 4 : Données de l'occurrence des mouches de la sous-famille *Chrysomyinae* : Genre *Chrysomya* en Algérie.

Espèces	Localité	Étage bioclimatique	Habitat	Saison	Prélèvement	Référence
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	Plusieurs localités	subhumide semi-aride,	urbain, semi-urbain, rural, forêt	été, printemps, hiver et automne	cadavres animaux, humains et appâts de viande	Taleb <i>et al.</i> (2018a)
	OuledYaich, Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	Cadavres lapins	Taleb (2019)
					Cadavres sangliers	Fekiri (2014)
	Beni tamou, Blida	subhumide	urbain	printemps	Cadavres lapins	Zarouri (2015)
	Constantine	semi-aride	urbain	printemps, automne, été et hiver	Cadavres chiens	Filali (2011)
						Benmira (2018)
	Skikda	subhumide	rural	hiverno-printanière	Cadavres chiens	Boulkenafet (2016)
	Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres chiens filet fauchoir	Ait Ali Said et Ourrad (2016) Ait Maamar et Bouchala (2017)
	Zéralda	subhumide	forêt	printemps	Cadavres sangliers	Bensaada (2015)
Bordj Bou Arreridj	semi-aride	rural	été	Cadavres sangliers	Saifi (2017)	
Alger	subhumide	urbain	printemps et été	cadavres lapins	Taleb <i>et al.</i> (2016)	

Chapitre III : Résultats et discussion

<i>Chrysomya bezziana</i> (Villeneuve, 1914)	Médea	subhumide	rural	Automne	humain (otomyiase)	Abed-Benamara <i>et al.</i> (1997)
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	OuledYaich, Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	cadavres lapins	Taleb <i>et al.</i> (2018b)
	Mechtita, Tipaza	humide	forêt littorale	printemps	appâts de viande	Taleb <i>et al.</i> (2018b)
	Zéralda	subhumide	forêt	printemps	Cadavres sangliers	Bensaada (2015)

Tableau 5 : Données de l'occurrence des mouches de la sous-famille *Luciliinae* : Genre *Lucilia* en Algérie.

Espèces	Localité	Étage bioclimatique	Habitat	Saison	Prélèvement	Référence
<i>Lucilia ampullacea</i> (Villeneuve, 1922)	Beni tamou, Blida	subhumide	urbain	printemps	cadavres lapins	Zarouri (2015)
	Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	cadavres sangliers	Fekiri (2014)
	Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres chiens filet fauchoir	Ait Ali Said et Ourrad (2016) Ait Maamar et Bouchala (2017)
<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)	Beni tamou, Blida	subhumide	urbain	printemps	cadavres lapins	Zarouri (2015)
	Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres chiens	Ait Ali Said et Ourrad (2016)
	Gouraya, Tipaza	subhumide	urbain	printemps	Cadavres d'un sanglier, chat, tortue, couleuvre	Bensaada (2015)
<i>Lucilia illustris</i> (Meigen, 1826)	Beni tamou, Blida	subhumide	urbain	printemps	cadavres de lapins	Zarouri (2015)
	Skikda	subhumide	rural	hiverno-printanière	cadavres chiens	Boulkenafet (2016)
	Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps		Ait Ali Said et Ourrad (2016)
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	Plusieurs localités	humide, subhumide, semi-aride, saharien	urbain, semi-urbain, rural, forêt	été, printemps, hiver et automne	cadavres d'animaux et humains, appâts de viande	Taleb <i>et al.</i> (2018a)
	OuledYaich, Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	cadavres lapins	Taleb (2019)
					cadavres sangliers	Fekiri (2014)
	Constantine	semi-urbain	urbain	printemps	cadavres chiens	Meskaldji et Abed (2018) Filali (2011)
				printemps,	cadavres chiens	Benmira (2018)

Chapitre III : Résultats et discussion

			automne, été et hiver			
			printemps	cadavres lapins	Guerroudj et Berchi (2018)	
	Beni tamou, Blida	subhumide	urbain	printemps	Cadavres lapins	Zarouri (2015)
	Akbou, Bejaia	subhumide	semi-urbain	hiverno-printanière	Cadavres lapins	Abdoune et Achour (2018)
	Boumhara Ahmed, Guelma	subhumide	rural	printemps	Cadavres d'animaux	Belkhiri (2018)
	Skikda	subhumide	rural	hiverno-printanière	cadavres : chiens lapins	Boulkenafet (2016)
	Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres d'animaux	Ait Ali Said et Ourrad (2016)
	Gouraya, Tipaza	subhumide	urbain	printemps	cadavres sangliers, chats, tortues, couleuvres	Bensaada (2015)
	Zéralda	subhumide	forêt	printemps	Cadavres sangliers	Bensaada (2015)
	Bordj Bou Arreridj	semi-aride	rural	été	cadavres sangliers	Saifi (2017)
	Alger	subhumide	urbain	printemps et été	Cadavres lapins	Taleb <i>et al.</i> (2016)
<i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826)	Constantine	semi-aride	urbain	printemps, automne, été et hiver	Cadavres chiens Cadavres lapins	Filali (2011)
						Benmira (2018)
						Guerroudj et Berchi (2018)
	Blida	subhumide	semi-urbain	printemps	Cadavres sangliers	Fekiri (2014)
	Akbou, Bejaia	subhumide	semi-urbain	hiverno-printanière	Cadavres lapins	Abdoune et Achour (2018)
	Boumhara Ahmed, Guelma	subhumide	rural	printemps	Cadavres d'animaux	Belkhiri (2018)
	Tizi-Ouzou	subhumide	urbain	printemps	Cadavres chiens filet fauchoir	Ait Ali Said et Ourrad (2016) Ait Maamar et Bouchala (2017)

2. Identification morphologique des espèces Calliphoridae nécrophages/parasites signalées en Algérie

2.1.Sous-famille *Calliphorinae* : Genre *Calliphora* Robineau-Desvoidy, 1830

Ces espèces sont des grosses mouches qui ont un corps trapu dont le thorax et l'abdomen sont bleu métalliques. Ils mesurent entre 6 et 14 mm. *Calliphora vicina* et *Calliphora vomitoria* sont les seules espèces de ce genre présentes en Algérie (Figures 17 et 18).

Chapitre III : Résultats et discussion

L'imago *C. vicina* se distingue de *C. vomitoria* par des poils géniques orangés (Figure 17B) contre une barbe rousse sur des joues noires pour *C. vomitoria* (Figure 18B). De plus, chez *C. vicina* de petites tâches orange parent les flancs du thorax (écailles situées à la base des ailes (basicota) et stigmates antérieurs) alors qu'elles sont noires chez *C. vomitoria*. *C. vicina* est plus petite que *C. vomitoria* (6-12 mm contre 8,5-14 mm). De plus, *C. vomitoria* a un basicosta foncé (base de l'aile) tandis que *C. vicina* a un basicosta jaune (Figure 17C) (Szpila, 2012 ; Akbarzadeh *et al.* 2015 ; Lutz *et al.* 2017).

2.1. Sous-famille *Chrysomyinae* : Genre *Chrysomya* Robineau-Desvoidy, 1830

La majorité des espèces sont des mouches de 10 à 12 mm qui ont un corps bleu/vert métalliques. Les espèces appartenant à la sous-famille *Chrysomyinae* possèdent un tronc radial poilu (contrairement au *Calliphorinae* et *Lucillinae*) (Figure 19D).

Chrysomya albiceps et *Chrysomya megacephala* sont les deux espèces de ce genre retrouvées sur les cadavres en Algérie. *Chrysomya albiceps* est l'espèce la plus fréquent. *Chrysomya megacephala* n'a été signalées de Algérie que récemment (Taleb *et al.* 2018b).

Chrysomya megacephala ne doit pas être confondue avec son espèce congénère, *Chrysomya albiceps*. *Ch. albiceps* est caractérisé par des joues jaunâtres à orangés, un stigmate antérieur jaunâtre et un calypter inférieur blanc (Figure 19BC) tandis que *Ch. megacephala* a des joues orangés, un stigmate antérieur foncé et un cuilleron thoracique inférieur foncé (Figures 21AB). Les yeux du *Ch. megacephala* male se touchent et présentent une ligne de démarcation séparant les grandes facettes oculaires supérieures des petites facettes oculaires inférieures (Figures 21CD). Les fronts de la femelle ont une plaque fronto-orbitaire sombre (Figure 21E).

Chrysomya bezziana est un agent de myiases obligatoires. Les yeux du mâle sont proches mais ne se touchent pas et ne présentent pas une démarcation entre les facettes dorsale et ventrale (Figures 20CD). Les frons de la femelle présentent une plaque fronto-orbitaire rougeâtre (Figure 20E). Le cuilleron thoracique inférieur est uniformément blanc (Figure 20F) (Lutz *et al.* 2017).

Chapitre III : Résultats et discussion

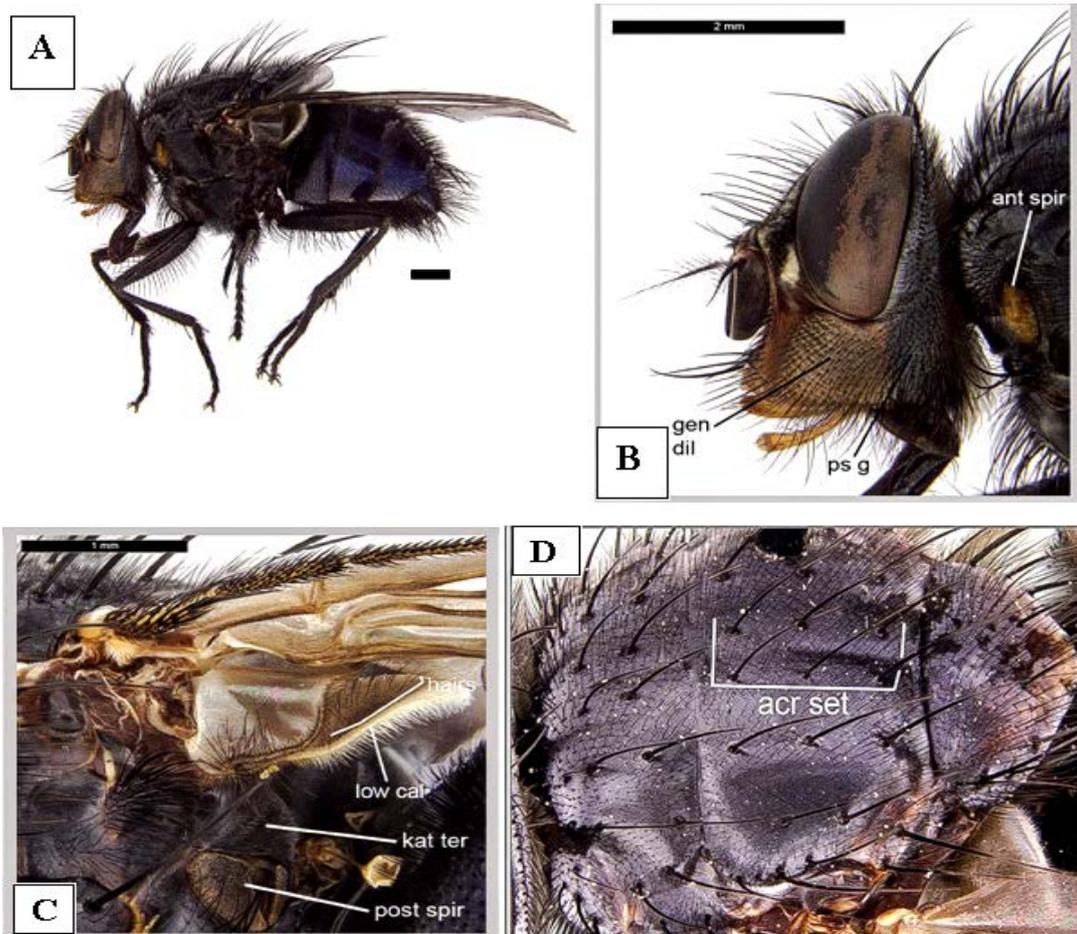


Figure 17 : *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (Lutz et al. 2017).

(A) Morphologie général de *C. vicina* vue latéral, avec poils géniques orangés, stigmat thoracique orange et tronc radial nu ; (B) *C. vicina*, tête, vue latérale; (C) Cuilleron thoracique noir; (D) *C. vicina*, thorax, vue dorsale.

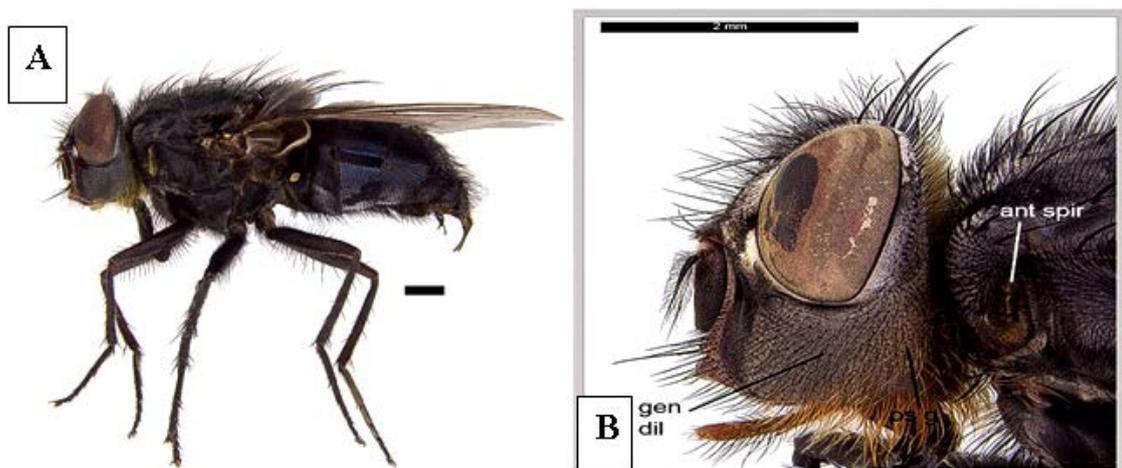


Figure 18 : *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) (Lutz et al. 2017).

(A) Morphologie générale de *C. vomitoria* vue latéral; (B) gena gris-noirâtre, couvertes en dessous de poils orangés.

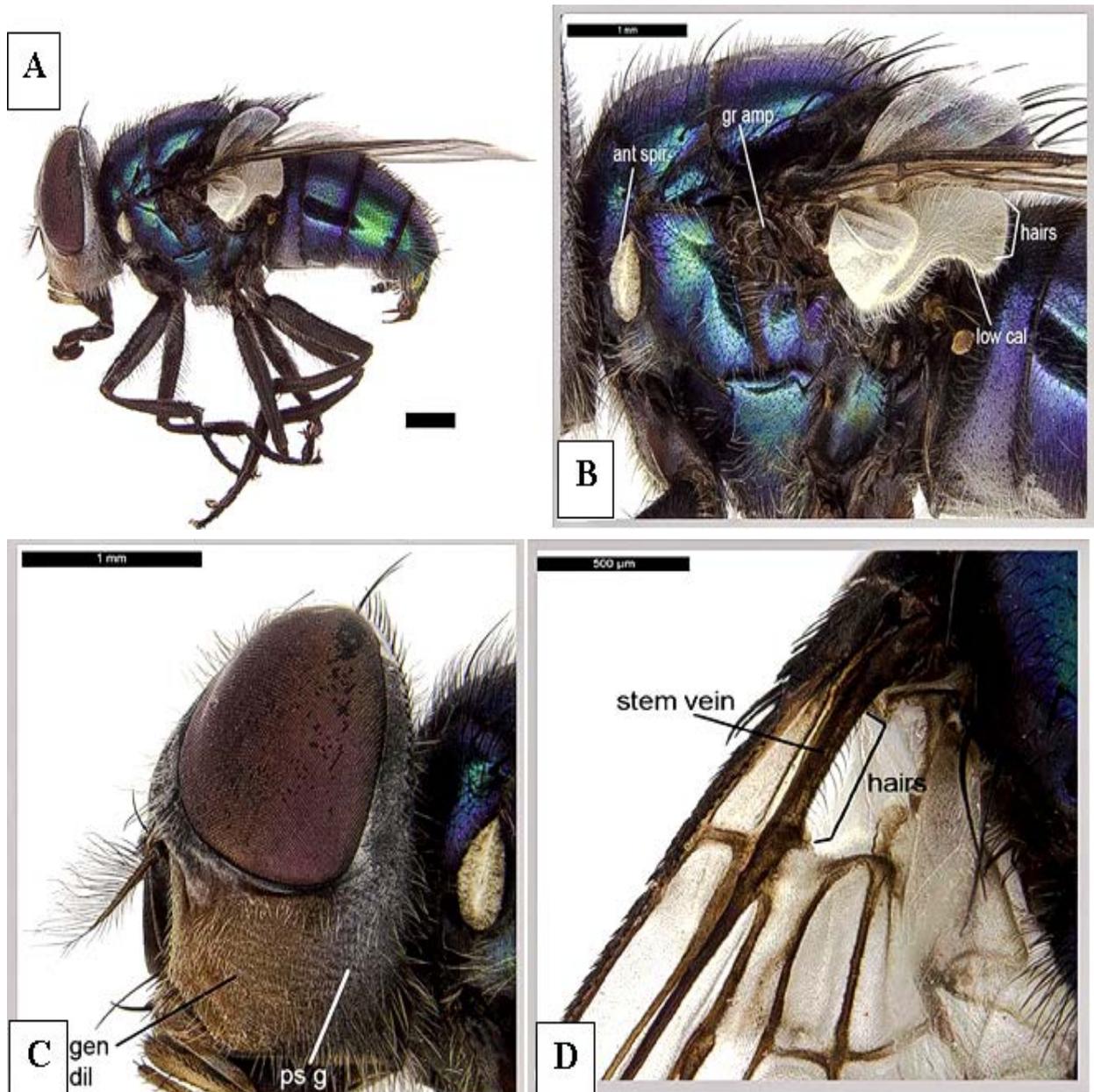


Figure 19: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Lutz et al. 2017).

(A) *Chrysomya albiceps* femelle, gena (joues) jaunâtres, stigmate antérieur jaunâtre et cuilleron thoracique blanc (male des joues oranges avec un stigmate antérieur sombre et un cuilleron thoracique foncé); (B) *Ch. albiceps*, thorax, vue latérale avec cuilleron blanc; (C) *Ch. albiceps*, tête, vue latérale ; (D) *Ch. albiceps*, partie basale de l'aile, tronc radial poilu.

Chapitre III : Résultats et discussion

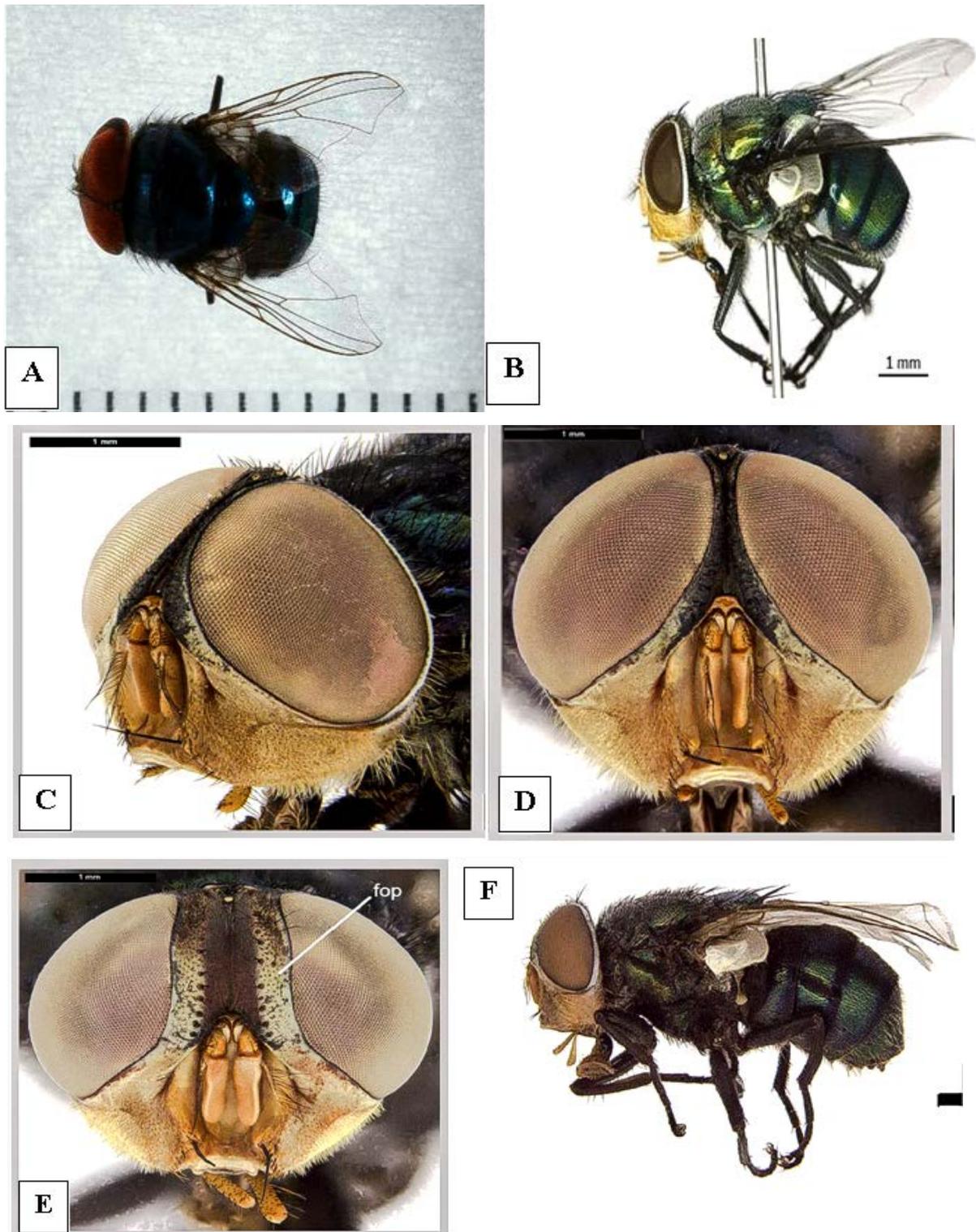


Figure 20 : *Chrysomya bezziana* (villeneuve, 1914) (Akbarzadeh *et al.* 2015 ; Lutz *et al.* 2017).

(A) Vue dorsale de *Chrysomya bezziana* ;(B) Morphologie de *Chrysomya bezziana* vue latérale ; (C, D) Les yeux du mâle proches mais ne se touchent pas et sans démarcation entre les facettes dorsale et ventrale; (E) Frons de la femelle avec plaque fronto-orbitaire rougeâtre; (F) Calypter inférieur uniformément blanc.

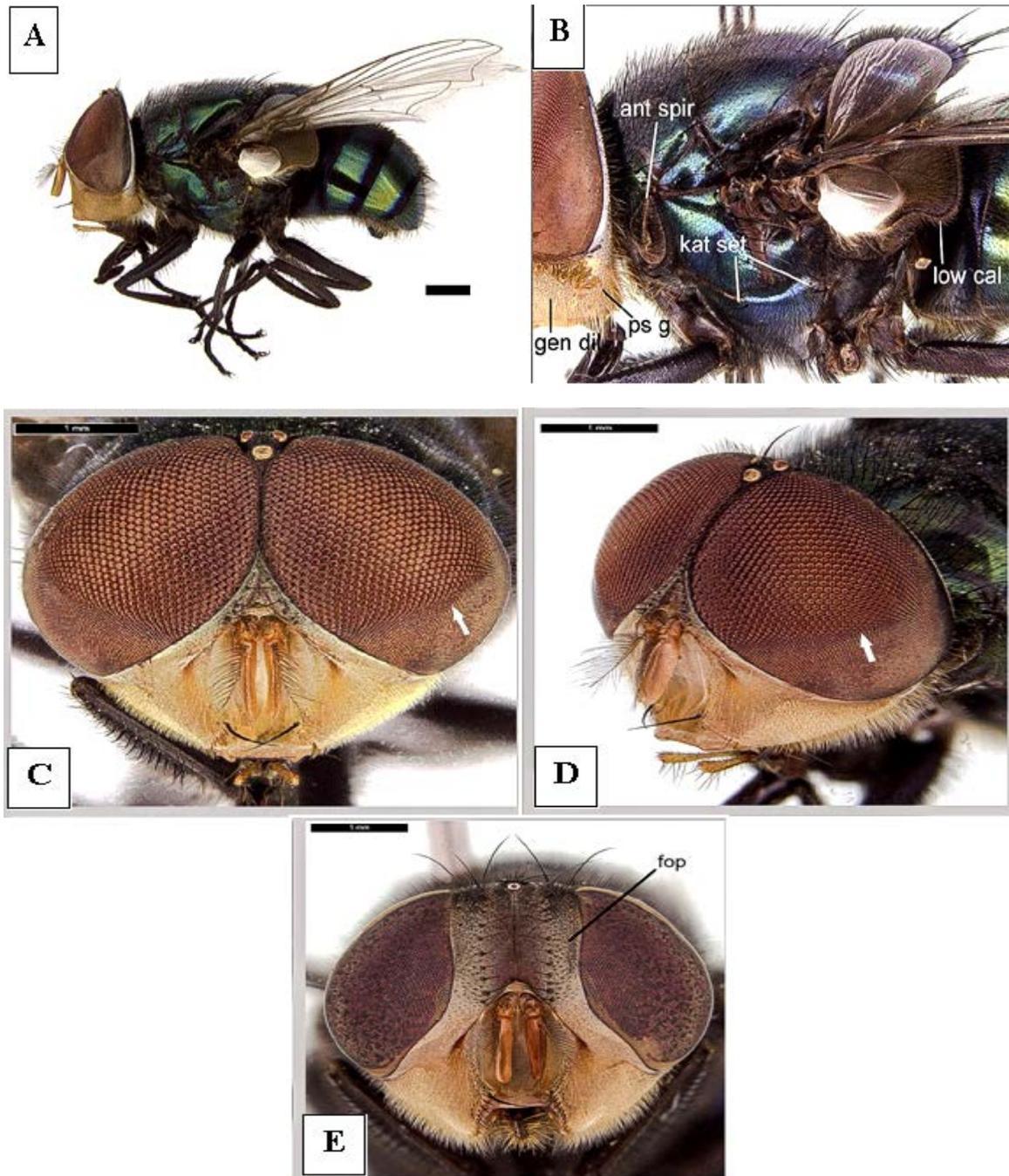


Figure 21: *Chrysomya megacephala* (Fabricius,) (Akbarzadeh *et al.* 2015 ; Lutz *et al.*2017).
 (A) Morphologie générale de *Chrysomya megacephala* vue latérale; (B) *Ch. megacephala*, thorax, vue latéral ; (C) Tête de *Chrysomya megacephala* mâle en vue frontale, ligne de démarcation séparant les grandes facettes oculaires supérieures des petites facettes oculaires inférieures; (D) Tête du *Chrysomya megacephala* mâle en vue frontal-latérale, ligne de démarcation séparant les grandes facettes oculaires supérieures des petites facettes oculaires inférieures; (E) *Chrysomya megacephala* femelle, tête en vue frontale montrant la plaque fronto-orbitaire sombre.

Chapitre III : Résultats et discussion

2.2.Sous-famille *Luciliinae* : Genre *Lucilia* Robineau-Desvoidy, 1830

Les espèces de *Lucilia* sont des mouches robustes aux reflets métalliques vert à vert bleutés. Les yeux du mâle se touchent au niveau des ocelles. Les espèces de ce genre présentent une forte ressemblance et la plupart des femelles sont difficilement discernables. Le moyen d'identification le plus fiable se base sur les genitaliades mâles. Ces mouches ont des genas noires, parfois partiellement rougeâtres, blanchâtres ou à pruinosité argentée, soies génales noires.

L. ampullacea, *L. caesar*, *L. illustris* et *L. silvarum* ont un basicosta brun ou noir (Figures 22A, 23A, 24A) alors que le basicosta de *L. sericata* est jaune (Figure 25E).

Lucilia ampullacea possède des calypters blancs à brun clair, avec du blanc au moins le long du bord du calypter supérieur (Figure 22C), tibia des pattes noir et corps généralement vert (Figure 22A).

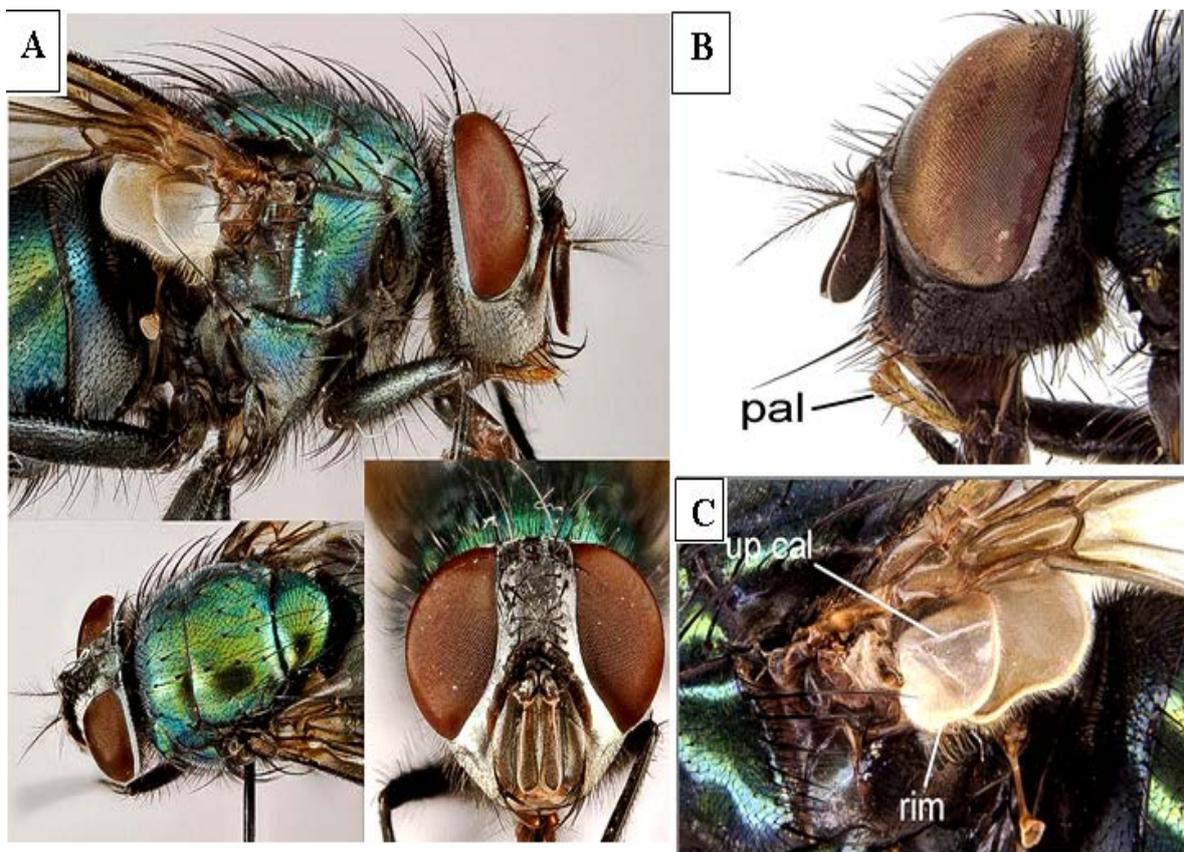


Figure 22 : *Lucilia ampullacea* (Villeneuve, 1922) (Akbarzadeh *et al.* 2015).

(A) Morphologie générale de *L. ampullacea* vue latérale et dorsale ; (B) *L. ampullacea*, tête, vue latérale ; (C) calypters blancs à brun clair, avec du blanc au moins le long du bord du calypter supérieur.

Chapitre III : Résultats et discussion

L. caesar et *L. illustris* sont deux espèces étroitement liées et difficiles à identifier morphologiquement nécessitant une examination prudente. L'épandrium du mâle *L. caesar* est gros et enflé et présente sur styli gros, brusquement rétrécis à l'extrémité (Figure 23C). Le tergite VI de la femelle *L. caesar* est convexe en vue latérale (Figure 23D). L'épandrium du mâle *L. illustris* est de taille normale avec des sur styli élancés, progressivement effilés à pointe acérée (Figure 24B). Le tergite VI de la femelle *L. illustris* est droit en vue latérale (Figure 24C) (Akbarzadeh *et al.* 2015).

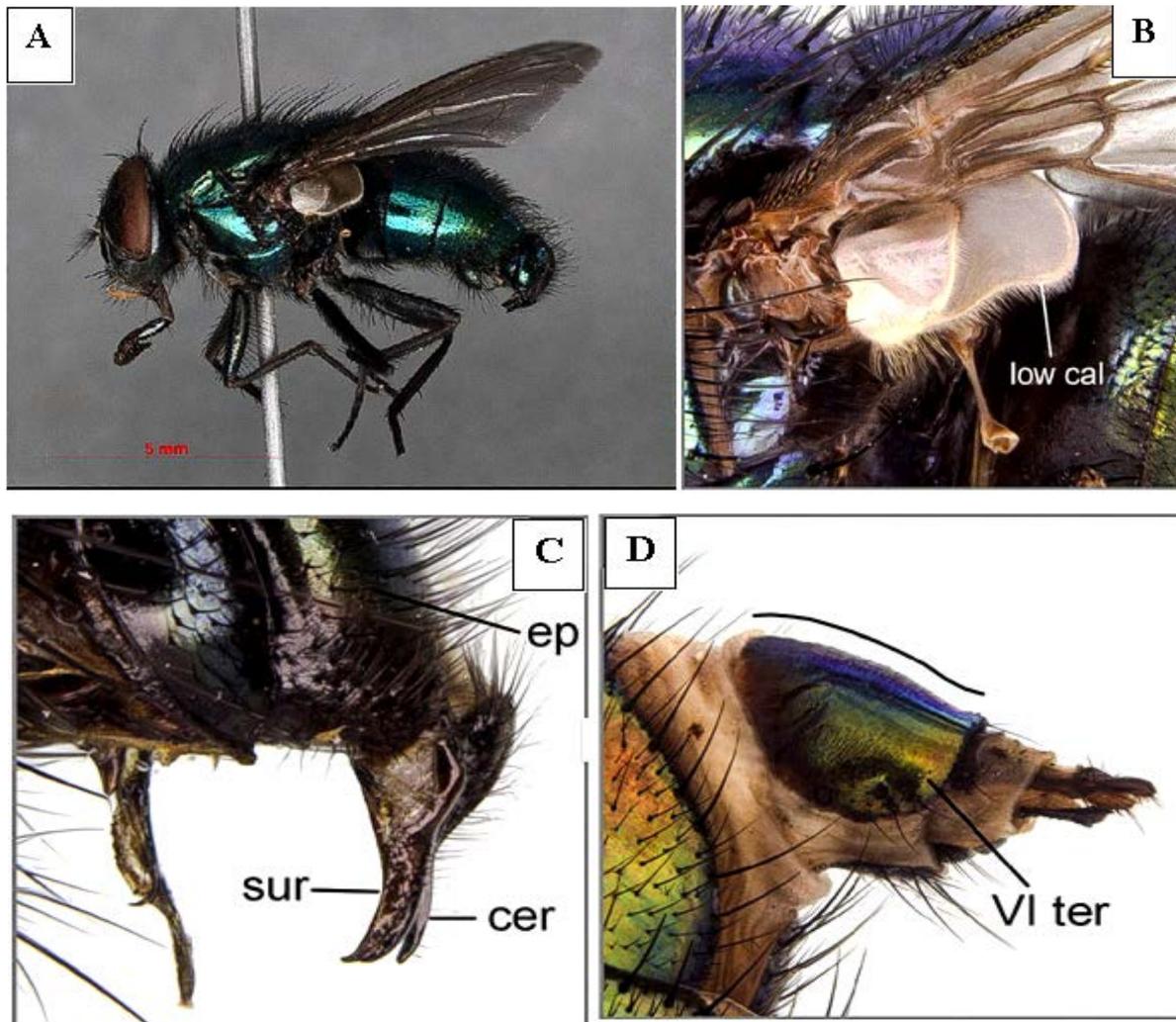


Figure 23 : *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Calliphoridae) (Akbarzadeh *et al.* 2015).

(A) Morphologie générale de *L. caesar* vue latérale; (B) *L. caesar*, thorax, calices supérieur et inférieur; (C) Mâle : épandrium gros et enflé ; sur styli gros, brusquement rétréci à l'extrémité; (D) femelle: tergite VI convexe en vue latérale.

Chapitre III : Résultats et discussion

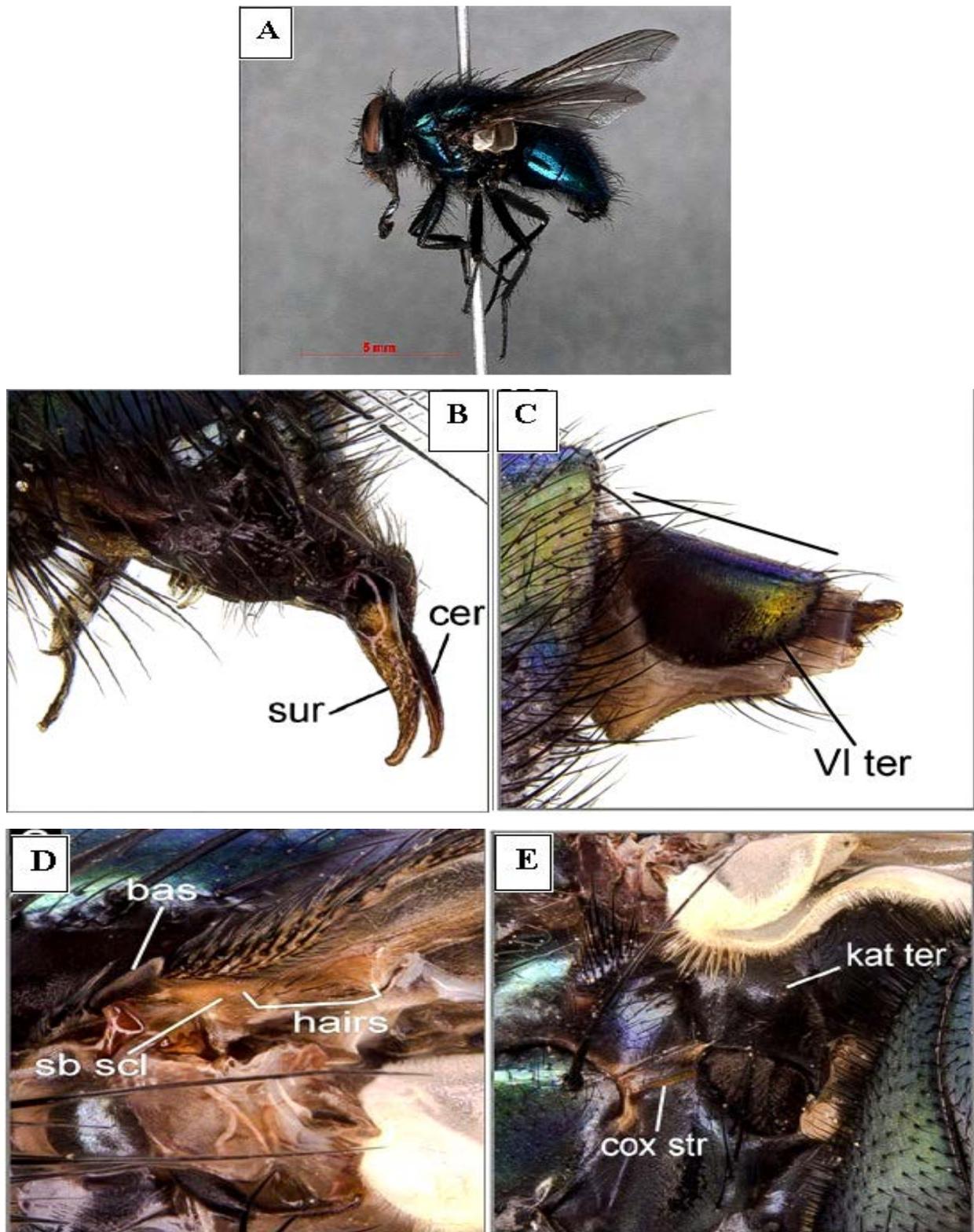


Figure 24: *Lucilia illustris* (Meigen, 1826) (Akbarzadeh *et al.* 2015).

(A) Morphologie générale de *L. illustris* vue latérale ; (B) mâle: épandrium de taille normale ; sur styli élancé, progressivement effilé à pointe acérée; (C) femelle : tergite VI droit en vue latérale ; (D) *L. illustris*, base de l'aile, vue ventrale ; (E) *L. illustris*, partie postérieure du thorax, vue latérale.

Chapitre III : Résultats et discussion

Selon Akbarzadeh *et al.* (2015), les critères confirmant l'espèce *L. sericata* sont :

- 6 à 8 poils sur la pente postérieure du calus huméral (Figure25D) ;
- 8 à 16 poils sur la surface du notopleuron entre la dernière soie notopleurale et le bord du notopleuron (Figure25D) ;
- Zone occipitale centrale avec 2-8 setules (rarement 1) sous chaque soie verticale interne (Figure25C).

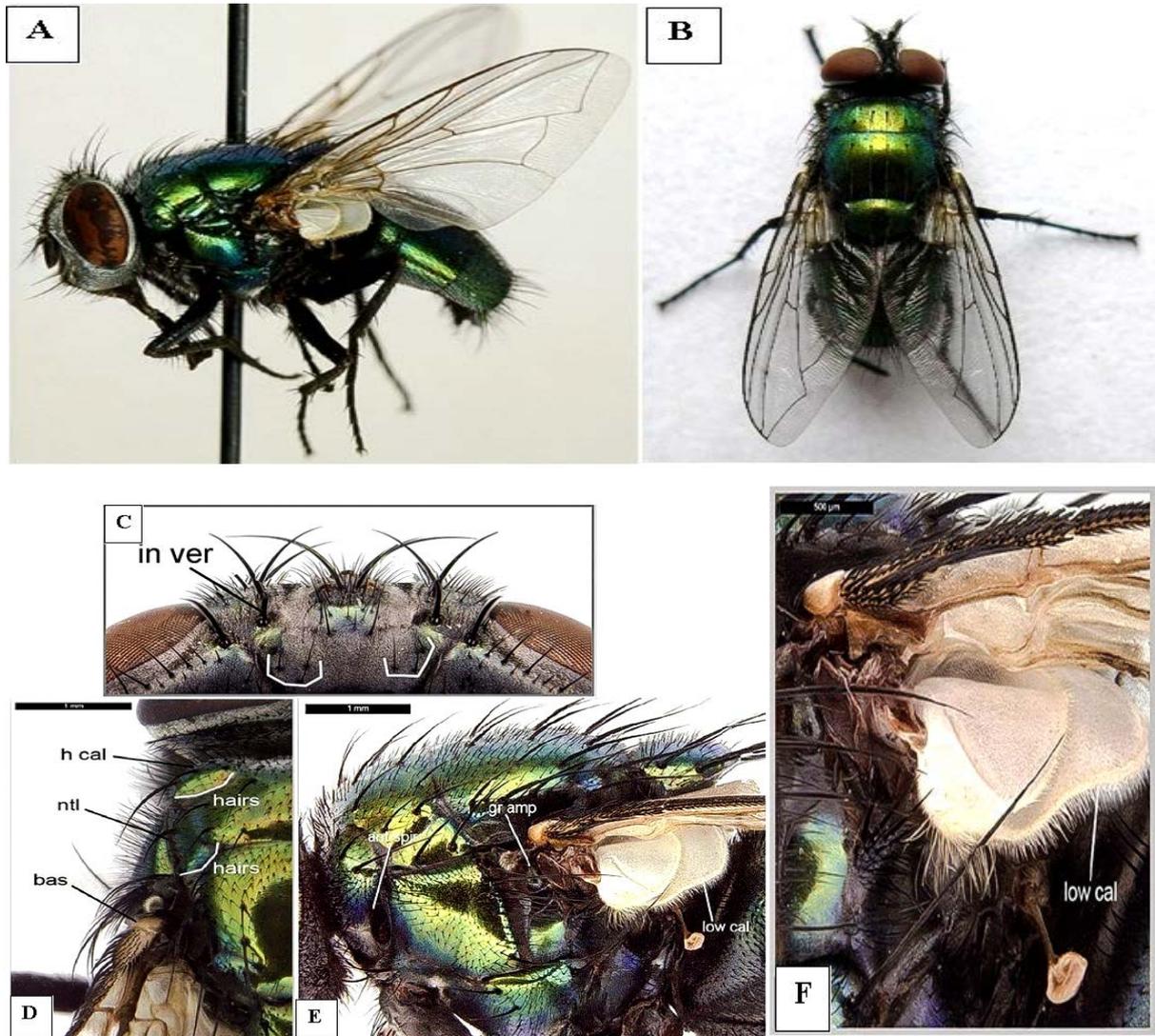


Figure 25: *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Akbarzadeh *et al.*2015).

(A) Morphologie générale de *L. sericata* vue latérale; (B) Morphologie générale de *L. sericata* vue dorsale; (C) zone occipitale centrale avec 2-8 setules (rarement 1) sous chaque soie verticale interne, (D) Pente postérieure du calus huméral à 6-8 poils ; surface du notopleuron entre la dernière soie notopleurale et le bord du notopleuron à 8-16 poils ; (E) *L. sericata*, thorax, vue latérale; (F) *L. sericata*, thorax, calices supérieur et inférieur.

Chapitre III : Résultats et discussion

Les critères de confirmation de *L. silvarum* sont :

- face ventrale de la sclérite sous-costale sans setules noires ;
- palpe brun à noir (Figure 26B).
- Trois paires de soies acrostiches sur la zone post-suturale du thorax (Figure26C) ;

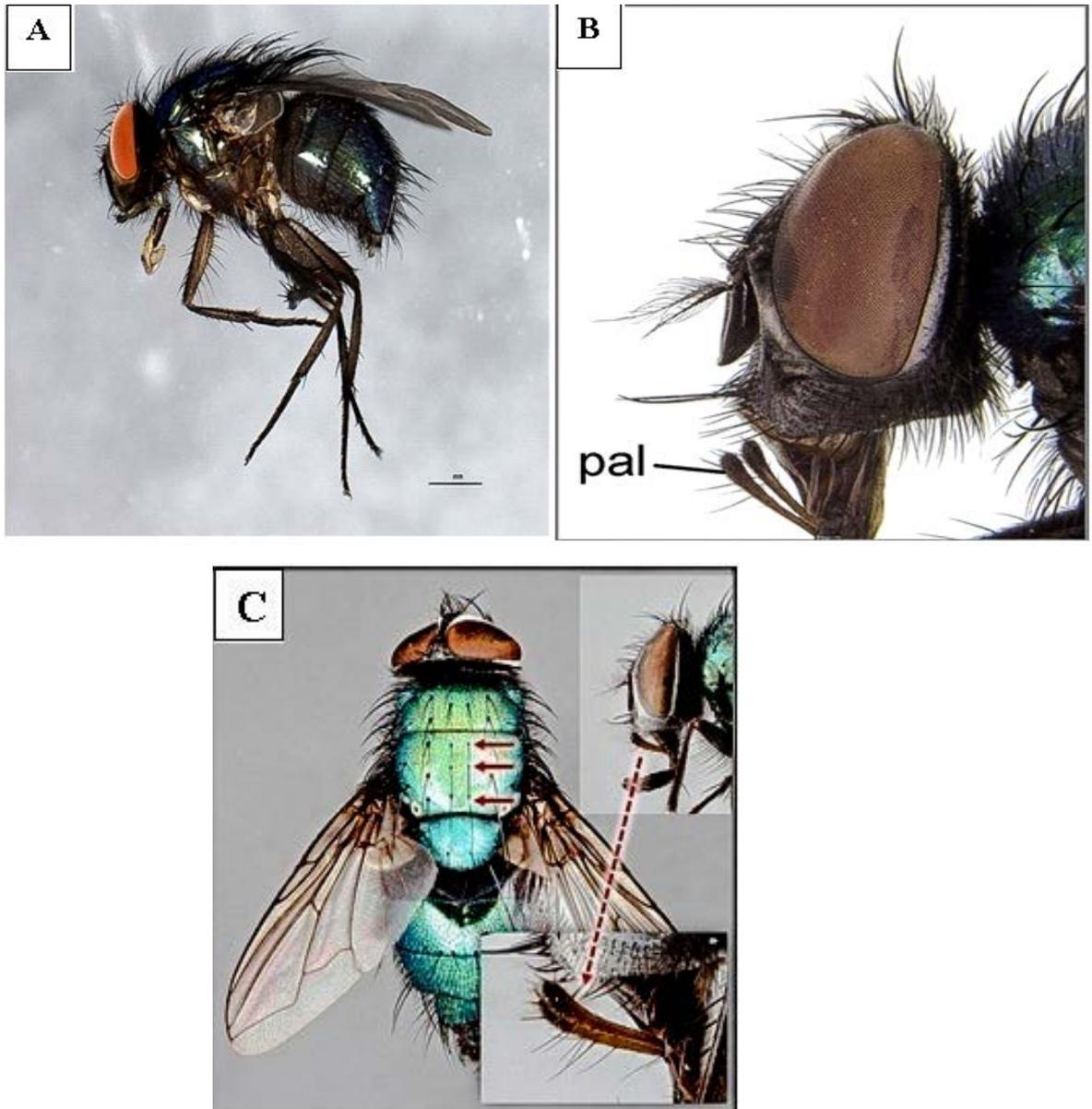


Figure 26: *Lucilia silvarum* (Meigen, 1826) (Akbarzadeh *et al.* 2015 ; Sivellet *al.* 2019).

(A) Morphologie générale de *L. silvarum* vue dorsale ; (B) *L. silvarum*, tête, vue latérale avec palpe brun à noir ; (C) Trois paires de soies acrostiches sur la zone post-suturale du thorax.

Chapitre III : Résultats et discussion

3. Eco-biologie des espèces calliphoridées présentes en Algérie

3.1.Sous-famille *Calliphorinae* : Genre *Calliphora* Robineau-Desvoidy, 1830

Ce genre comprend les mouches bleues bien connues, dont il existe de nombreuses espèces à travers le monde. Les deux espèces les plus importantes sont *Calliphora vicina* et *Calliphora vomitoria*, qui partagent des biologies similaires. Les femelles pondent sur toute matière en décomposition dont les cadavres qui est le substrat le plus préféré. Les espèces de *Calliphora* ne sont généralement impliquées dans les myiases qu'en tant qu'espèce secondaire, mais *C. vicina*, en particulier, peut être un envahisseur primaire (Zumpt, 1965; Smith, 1986).

3.1.1 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830

Calliphora vicina a été enregistré à partir des étages bioclimatiques subhumide, humide (Alger, Bejaïa, Blida, Guelma, Skikda, Tipaza, Tizi-Ouzou), semi-aride (Constantine) et saharien. *Calliphora vicina* est présente dans les zones urbaines, semi-urbaines, rurales, forestières durant toutes les saisons de l'année.

C. vicina est une espèce cosmopolite largement répartie dans le monde entier et étroitement liée à l'activité humaine (Zumpt, 1965; Greenberg, 1971; González-Mora, 1989; Byrd et Castner, 2001; Martínez-sánchez *et al.* 2002). En Afrique, *Calliphora vicina* est considérée comme introduite et envahissante dans le sud l'Afrique et en tant qu'élément relativement nouveau de la faune afrotropicale (Lutz *et al.* 2017). Les adultes sont attirés par les fruits, la viande en décomposition et les excréments; les larves sont principalement nécrophages se développant généralement sur les cadavres (Zumpt, 1965; Greenberg, 1971) mais peuvent aussi causer des myiases (Zumpt, 1965).

C'est une espèce considérée comme optionnellement synanthropique ; elle est trouvée dans les milieux urbains et naturels (Vinogradova et Reznik, 2016). En Algérie, *C. vicina* avait une préférence pour l'hiver (Taleb *et al.* 2018a). Arnaldos *et al.* (2004) ont signalé la présence de ces espèces dans le sud-est de la péninsule Ibérique sur des cadavres d'animaux au printemps, en été et en hiver. Cependant, à Lisbonne, Prado e Castro *et al.* (2012) ont recueilli *C. vicina* pendant les quatre saisons sur des cadavres de porcs. Ces observations sont comparables aux résultats obtenus de l'Algérie.

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1.2 *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758)

Calliphora vomitoria a été signalée de l'étage bioclimatique subhumide (Bejaïa, Blida, Skikda, Tizi Ouzou) et semi-aride (Constantine). On la rencontre les zones urbaines, semi-urbaines, rurales durant toutes les saisons de l'année.

Cette espèce a une distribution holarctique (Zumpt, 1965; Greenberg, 1971; Gonzalez-mora, 1989; Martínez-sánchez *et al.* 2002) et australiennes (Rognes, 2004). Sa distribution est plus rurale que *C. vicina* (Smith, 1986). Comme *C. vicina*, c'est une espèce saprophage (Greenberg, 1971) et se développe sur les cadavres (Prado e Castro, 2011). Elle semble être présente pratiquement toute l'année au Portugal (Prado e castro, 2011) mais a été signalée surtout en hiver du sud de l'Espagne (Arnaldos *et al.* 2004).

3.2.Sous-famille *Chrysomyinae* : Genre *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Ce genre de l'Ancien Monde est analogue au genre du Nouveau Monde *Cochliomyia*. Il comprend la mouche du ver en vis (screw-worm) de l'Ancien Monde, *Chrysomya bezziana*, un parasite obligatoire des plaies. Un certain nombre d'espèces de *Chrysomya* ont été associées aux myiases des plaies. Ceux considérés comme les plus importants en Afrique du Nord sont *Chrysomya albiceps* et *Chrysomya megacephala* (Zumpt, 19965).

3.2.1. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819)

Chrysomya albiceps a été signalée à partir de l'étage bioclimatique subhumide, humide (Alger, Bordj Bou Arreridj, Blida, Skikda, Tizi Ouzou) et semi-aride (Constantine). Elle est répandue dans les habitats urbains, semi-urbains, ruraux et forestiers durant toutes les saisons de l'année.

Chrysomya albiceps est répandu dans toute l'Afrique et considérée comme la mouche nécrophage la plus abondante de ce continent (Lutz *et al.* 2017). Elle peut être aussi trouvée dans la région paléarctique méridionale (Europe du Sud, Arabie, Inde) (Zumpt, 1965) et en Amérique (Guimaraes *et al.* 1978). Depuis son introduction en Amérique, son aire de répartition s'étend rapidement vers les régions du nord (Baumgartner et Greenberg, 1984). En Europe, l'espèce est très abondante en Espagne (Martínez-sánchez *et al.* 2002) et s'étend vers le nord, ayant atteint des pays comme la France, la Suisse, l'Autriche (Grassberger *et al.* 2003), l'Ukraine (Verves, 2004) et la Pologne (Szpila *et al.* 2008).

Chrysomya albiceps se reproduit habituellement sur les dépouilles. Les larves du premier stade se nourrissent d'exsudations de la chair en décomposition, mais les deuxième et troisième stades larvaires sont prédateurs et se nourrissent d'autres larves de mouches (Zumpt,

Chapitre III : Résultats et discussion

1965). Au Portugal, il a été observé qu'elles agissent comme des mouches secondaires en succession, arrivant après *Calliphora* et *Lucilia* spp.

Ch. albiceps est une espèce hémi-synanthropique (Verves, 2004; Lambiase et Camerini, 2012). Elle est très abondante à la fin du printemps, de l'été et de l'automne en Portugal (Prado e Castro, 2011) et en Espagne (Arnaldos *et al.* 2004). Ces observations sont en accord avec les résultats obtenus en Algérie.

3.2.2. *Chrysomya bezziana* (Villeneuve, 1914)

Chrysomya bezziana est un parasite obligatoire des plaies. Les femelles adultes pondent uniquement sur des mammifères vivants, déposant de 150 à 500 œufs sur les sites de blessure ou dans des orifices corporels tels que l'oreille, le nez et les voies urino-génitales. Les larves éclosent après 18 à 24 heures, muent une fois après 12 à 18 heures et muent une deuxième fois environ 30 heures plus tard. Ils se nourrissent pendant trois à quatre jours, puis tombent au sol et s'empupe. Le stade nymphal dure sept à neuf jours dans des conditions tropicales, mais jusqu'à huit semaines dans les mois d'hiver subtropicaux (Zumpt, 1965). En Algérie, *Ch. bezziana* a été signalée d'un cas d'otomyiase chez un jeune berger habitant dans la région de Médéa (Abed-Benamara *et al.* 1997).

La répartition géographique actuellement connue de cette espèce s'étend à l'ensemble des zones tropicales et subtropicales de l'Ancien monde (Abed-Benamara *et al.* 1997). En Afrique elle se trouve donc en Algérie, Cameroun, Tchad, Éthiopie, Côte d'Ivoire, Kenya, Afrique du sud, Tanzanie, Zambie et Zimbabwe (Lutz *et al.* 2017). Elle a été rapportée dans presque tous les pays du moyen orient (Akbarzadeh *et al.* 2015). En Asie, son implantation est connue jusqu'aux îles Philippines et Nouvelle Guinée. Elle a été introduite dans le Golfe persique, à Bahreïn (Atzeni *et al.* 1994), à l'Iran (Navidpour *et al.* 1996) et l'Irak (Al-Izzi, Al-Taweel et Jassim, 1999) et selon Rajapaksa et Spradbery (in Sutherst *et al.* 1989) au Koweït, Fujairah et Mascate. *C. bezziana* existe aussi en Australie (Abed-Benamara *et al.* 1997).

Les myiases animales provoquées par *C. bezziana* ont été décrites chez les chiens, les chats, les moutons, les chèvres, les ânes, les mulets, les chevaux, les poneys, les chameaux, les dromadaires, les éléphants, les vaches et les buffles d'eau. Des myiases humaines dues à cet insecte ont été signalées, en Afrique, en particulier en Côte d'Ivoire, au Kenya, en Ouganda et au Congo. En Asie, des cas sont connus en Inde, au Vietnam, en Indonésie, aux Philippines et en Nouvelle Guinée et en Chine (Zhou *et al.* 2019). Dans presque tous les cas décrits, c'est la forme cutanée qui a été observée ; le cas algérien est au contraire une otomyiase (Abed-Benamara *et al.* 1997).

Chapitre III : Résultats et discussion

Hall (2008) a rapporté que le signalement unique de cette espèce en Algérie par Abed-Benamara *et al.* (1997) était probablement due à une fausse identification. Néanmoins, la présence de *Chrysomya bezziana* en Afrique du Nord est possible (Gennard, 2012).

3.2.3. *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794)

Chrysomya megacephala a été collectée durant le printemps de trois localités : Alger dans une forêt (zone subhumide), Blida (Ouled-yaich) dans une zone semi-urbain à étage bioclimatique subhumide, Tipaza (Mechitata) dans une forêt littorale (zone humide).

Ces résultats sont la première signalisation de *Chrysomya megacephala* en Algérie. Cette espèce est originaire de la région orientale et est trouvée dans la région afrotropicale et la région néotropicale. Ce record élargit la répartition actuelle de cette espèce en Afrique et dans la région paléarctique. La distribution de *Ch. megacephala* semble être en migration remarquable vers l'hémisphère du nord dans la région paléarctique et néarctique (Badenhorst et Villet, 2018). Récemment, Irish *et al.* (2014) et Lutz *et al.* (2017) ont signalés la répartition de cette espèce dans tous les pays africains, à l'exception de l'Algérie, le Tchad, la Tunisie et le Maroc. *Ch. megacephala* a été collecté à Alicante (sud-est de l'Espagne) (Martínez-Sánchez *et al.* 2001), un endroit très proche à la côte algérienne.

3.3. Sous-famille *Luciliinae* : Genre *Lucilia* Robineau-Desvoidy, 1830

Les larves de la plupart des espèces du genre *Lucilia* sont des saprophages et nécrophages, se développant dans des carcasses animales et de déchets protéiques. Moins nombreuses sont celles qui ont également développé un comportement ectoparasitaire facultatif, en particulier *Lucilia sericata* et *Lucilia cuprina* et dans une moindre mesure *Lucilia acaesar* et *Lucilia illustris*. Celles-ci provoquent des myiases cutanées chez les mammifères, affectant principalement les ovins et plus rarement d'autres animaux sauvages et domestiques ainsi que les humains. D'autres, encore plus rares, sont des ectoparasites obligatoires hautement spécialisées, à l'instar de *Lucilia bufonivora*, dont la larve se nourrit de Crapauds communs vivants. Les adultes, quant à eux, sont lucicoles et floricoles (Zumpt, 1965).

3.3.1 *Lucilia ampullacea* (Villeneuve, 1922)

Lucilia ampullacea a été mentionné dans deux travaux au printemps dans des zones subhumides (Blida et Tizi Ouzou). Ces études ont été menées dans un habitat urbains et un autre semi-urbain.

Chapitre III : Résultats et discussion

Lucilia ampullacea est distribuée dans les régions paléarctique, orientale et australienne (Zumt, 1965; Smith, 1986; Peris et González-Mora, 1991). C'est une espèce commune en Extrême-Orient, mais elle est plus rare et a une distribution inégale en Europe (Prado e Castro, 2009). Cette espèce a une large distribution dans la péninsule Ibérique surtout en Espagne (Peris et González-Mora, 1991; Moneopellitero et Salona-brodas, 2007) mais aussi au Portugal (Prado e Castro, 2009).

Lucilia ampullacea se reproduit sur les dépouilles (Zumt, 1965; Smith, 1986) ainsi que sur les tissus vivants (Stevens, 2004). Au Portugal durant le printemps, *L. ampullacea* est l'espèce la plus abondante du genre *Lucilia* après *L. caesar*, présente sur les cadavres où elle se reproduit (Prado e Castro, 2011). La présence de cette espèce en Algérie est à confirmer.

3.3.2 *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758)

Lucilia caesar a été documentée des études durant le printemps des zones urbaines subhumides (Blida et Tizi-Ouzou) et humide (Gouraya, Tipaza).

Lucilia caesar est limité à la région paléarctique, étant plus commun dans les parties occidentales que dans l'est (Zumt, 1965), avec plusieurs signalements dans la péninsule Ibérique (Peris et González-Mora, 1991; Martínez-sánchez *et al.* 1998). *Lucilia caesar* se développe sur des cadavres et peuvent aussi causer des myiases facultatives (Zumt, 1965; Stevens, 2004). Au Portugal c'est l'espèce *Lucilia* la plus abondante prélevée sur des cadavres de porcs au printemps (Prado e Castro, 2011). La présence de cette espèce en Algérie est à confirmer.

3.3.3 *Lucilia illustris* (Meigen, 1826)

Lucilia illustris a été enregistrée durant le printemps dans des zones urbaines subhumides (Blida et Tizi-Ouzou) et une zone rurale humide (Skikda).

Lucilia illustris a une distribution holarctique, présente également dans les régions orientales et australiennes (Zumt, 1965; Greenberg, 1971; Peris et González-Mora, 1991). C'est une espèce commune en Amérique du Nord, au Japon et en Finlande, tandis que dans d'autres parties de l'Europe, elle est évidemment plus rare (Zumt, 1965). Cette espèce est documentée dans la péninsule Ibérique surtout en Espagne (Peris et González-Mora, 1991) et au Portugal (Prado e Castro 2009) dans des latitudes beaucoup plus méridionales.

Lucilia illustris se développe sur des cadavres et peuvent aussi causer des myiases facultatives (Zumt, 1965; Stevens, 2004). Elle est principalement attirée par les dépouilles fraîches, et moins souvent trouvé sur les excréments humains (Greenberg, 1971).

Chapitre III : Résultats et discussion

3.3.4 *Lucilia sericata* (Meigen, 1826)

Lucilia sericata est largement répandue dans toute l'Algérie. On la rencontre partout dans les zones bioclimatiques subhumides (Alger, Bejaïa, Bordj Bou Arreridj, Blida, Guelma, Skikda, Tipaza, Tizi-Ouzou), humides, semi-arides (Constantine) et sahariennes dans des zones urbaines, semi-urbain, rural et forêt. Elle est présente en Algérie tout au long de l'année.

Cette espèce de mouche très commune dans les zones holarctiques tempérées (Zumpt, 1965) et répandue dans les principales régions zoogéographiques (Smith, 1986), étant pratiquement cosmopolite, directement liée à l'activité humaine (Martínez-sánchez *et al.* 2002). Il s'agit de l'espèce de *Lucilia* la plus commune de la péninsule Ibérique (Peris et González-Mora, 1991; Prado e Castro, 2009). Lutz *et al.* (2017) a signalé la présence de *L. sericata* en Afrique dans les pays suivantes : Algérie, Égypte, Lesotho, Libye, Mozambique, Namibie, Afrique du Sud et Zimbabwe avec une occurrence possible dans tous pays d'Afrique du Nord.

À Lisbonne, Prado e Castro *et al.* (2011) a enregistré la présence de *L. sericata* au printemps, en été et en automne. Au Sud de l'Espagne, *L. sericata* a été trouvé durant toute l'année (Arnaldos *et al.* 2004). Ces résultats sont conformes avec les observations faites en Algérie.

3.3.5 *Lucilia silvarum* (Meigen, 1826)

Lucilia Silvarum a été retrouvée dans plusieurs localités subhumides (Bejaïa, Blida, Guelma et Tizi Ouzou) et dans une zone semi-aride (Constantine). Cette espèce a été capturée dans des habitats urbains, semi-urbains et ruraux.

Lucilia silvarum est présente dans la région paléarctique, néarctique et néotropicale (Martínez-sánchez *et al.* 1998). Elle est largement distribuée dans la péninsule Ibérique à plusieurs endroits en Espagne (Peris et González-Mora, 1991; Martínez-sánchez *et al.* 1998; Castillo miralbes, 2002). Les larves de cette espèce parasitent les crapauds (Smith, 1986). Bien que *L. silvarum* apparait sur les cadavres (Castillo miralbes, 2002; Prado e Castro, 2011), elle semble être très rare sur ces derniers (Prado e Castro, 2009). La présence de cette espèce en Algérie doit être confirmée.



Conclusion

Conclusion

Il est important de donner plus d'importance à l'identification des Diptères nécrophages/parasites en Algérie vu leurs importance forensique, médicale et vétérinaire. Les espèces identifiées en Algérie appartiennent aux sous-familles des *Calliphorinae*, *Lucillinae* et *Chrysomyinae*. La biodiversité et la distribution saisonnière de la majorité des espèces Calliphoridae algériennes sont similaires à celles signalées en Espagne et en Portugal. *Chrysomya bezziana*, *Lucilia ampullacea*, *Lucilia caesar*, *Lucilia illustris* et *Lucilia silvarum* sont des espèces rares en Algérie et pourraient avoir été confondues avec des espèces du même genre. Nous avons constaté d'autres espèces documentées dont la distribution géographique habituelle est éloignée *Calliphora loewi*, *Calliphora subalpina*, *Cynomya mortuorum*, *Phormia regina*, *Protophormia teranovae*. Cela peut être expliqué par une fausse identification. De ce fait, Il faut que l'identification morphologique de ces espèces soit confirmée par des experts.

L'identification des Diptères nécrophage est pratiquée au laboratoire de l'entomologie de l'Institut National de Criminalistiques et de Criminologie de la Gendarmerie Nationale. Néanmoins, l'identification des espèces responsables des myiases est rarement réalisée en Algérie. Les données épidémiologiques sur la myiase humaine sont rares et l'enregistrement des cas n'est généralement pas obligatoire. Les professionnels de la santé jugent les myiases comme une maladie d'importance mineure, conduisant à un enregistrement inadéquat du cas. L'accès à des entomologistes ayant une expertise en classification des Diptères est généralement difficile, en particulier dans les régions en développement, où la myiase peut être un réel problème de santé publique.

L'identification des espèces myiasigènes permet de faire une enquête sur la durée de l'infestation qui révèle la période de la négligence des personnes dépendantes et des animaux ce qui est puni par la loi. De plus, la connaissance de l'espèce permet de faire une investigation sur l'origine de ces agents de myiases est prendre les mesures nécessaire pour lutter contre ces espèce en cas d'une invasion.

Comme perspectives, il serait souhaitable de :

- Faire des collectes des Diptères nécrophages en Algérie afin d'établir des clés d'identifications.
- Confirmer l'identification des espèces rares par des experts. Faire des études sur l'importance des autres familles des diptères nécrophages.

Références bibliographiques

- Abdoune A., Acohor H. (2018). Entomologie forensique et datation de la mort. Mémoire de Master. Université A. MIRA – Béjaia, p24-25-26.
- Abed-Benamara M., Achir I., Rodhain F., Perez-Eid C. (1997). Premier cas algérien d'otomyiase humaine à *Chrysomya bezziana*. *Bull Soc Pathol Exot*, 90: 172-5.
- Abkari A., Jouhadi Z., Hamdani A., Mikou N., Guessous N., Khalifa H.H. (1999). Gastrointestinal myiasis. A propos of 1 Moroccan case. *Bull Soc Pathol Exot*, 92(1):20-2.
- Ait Ali Said K., Ourrad O. (2016). Inventaire des insectes nécrophages dans la région de Tizi-Ouzou et leur utilisation en médecine légale. Mémoire de Master. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, p 51.
- Ait Maamar Z., Bouchala C. (2017). Inventaire des mouches myiasigènes à Mâatkas et Ain El Hammam (Wilaya de Tizi-Ouzou). Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, p 37.
- Akbarzadeh., James F., Wallman., Hana Sulakova., Krzysztof Szpila. (2015). Species identification of Middle Eastern blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. *Parasitol Res*, 114: 1465-1466.
- Al-Izzi., Al-Taweel., Jassim. (1999). Epidemiology and rearing of Old World screwworm, *Chrysomya bezziana* Ville-neuve (Diptera: Calliphoridae), in Iraq. *Iraqi Journal of Agriculture*, 4:153 – 160.
- Amendt J., Krettek R., Zehner R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*. 91:51-65.
- Amendt, J., Zehner R., Johnson, D-G, Wells J. (2010). Future trends in forensic entomology. In: Current concept in Forensic Entomology. 353-368.
- Ames C., Turner B., Daniel B. (2006). Estimating the post-mortem interval (II): the use of differential temporal gene expression to determine the age of blowfly pupae. *International Congress Series*, 1288: 861-863.
- Anane S., Ben Hssine L. (2010). La myiase conjonctivale humaine à *Oestrus ovis* dans le sud tunisien. *Bull Soc Pathol Exot*, 103(5):299–304.
- Anderson, G.S. (2001). Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In : J.L and J.H Castner (éds.), *Forensic Entomology: the Utility of Arthropods in Legal Investigations*, pp. 143-175. CRP Press, Boston.

- Arnaldos I., Romera E., García M D., Luna, A. (2001). An initial study on the succession of sarcosaprophagous Diptera (Insecta) on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*, 114: 156-162.
- Arnaldos MI., Romera E., Presa JJ., Luna A., García MD. (2004). Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*, 118: 197-205.
- Atzeni., Spradbery., Anaman., Butle. (1994). Comparison of the predicted impact of a screwworm fly outbreak in Australia using a growth index model and a life-cycle model. *Med Vet Entomol*, 8: 281-291.
- Auberon. C., Boulay. J., Charabidzé. D., Gosselin M. (2012). Quand l'entomologiste deviant expert : les insectes nécrophages et la datation du décès. *Espèces*, 5:2-9afk.
- Auberon C., Hédouin V., Charabidzé D. (2017). Les larves de diptères nécrophages en entomologie médico-légale: une histoire de température. *Med Sci (Paris)*, 33(8-9): 779–783.
- Badenhorst, R., Villet, M. H. (2018). The uses of *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) in forensic entomology, *Forensic Sciences Research*, 3:2-15.
- Bær, W. S. (1931): The treatment of chronic osteomyelitis with the maggot (larvæ of the blowfly). *Journal of Bone and Joint Surgery*, 13: 438-475.
- Baliga MJ., Davis P., Rai P., Rajasekhar V. (2001). Orbital myiasis: a case report. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 30 (1):83.
- Baumgartner., Greenberg. (1984). the genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. *Journal of Medical Entomology*, 21: 105-113.
- Beasley S. (2004). Isolation, identification and exploitation of lactic acid bacteria from human and animal microbiota. University of Helsinki.
- Belkhiri W. (2018). Contribution à l'identification des insectes nécrophages de la région de Guelma et l'effet de la putréfaction cadavérique dans la datation des crimes. Mémoire Master 2 : Microbiologie Appliqué. Université 8 Mai 1945 Guelma, pp. 52-56.
- Beneck M. (2004). Arthropods and Corpses. Forensic Pathology Reviews. M. Tsokos. Totowa, *Humana Press*, 2:207-240.
- Beneck M. (2001). Forensic entomology: The next step. *Forensic Science International*, 120(1-2):1.

- Benmira S. (2018). Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légale sur cadavre animal et activité saisonnière des Diptères Calliphoridae. Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine, pp. 29-31.
- Bensaada F. (2015). Différents aspects forensiques dans quelques régions d'Algérie : Recyclage de la matière organique animale. Thèse de doctorat. ENSA, pp. 77-94.
- Bergeret M. (1855). Infanticide, momification naturelle du cadavre. *Annal Hygiène Médicale et Légal*, 4 : 442-452.
- Berthet-Beaufils., (2010). Manifestations dermatologiques associées aux Diptères chez le chien et le chat. Thèse de doc vétérinaire. École nationale vétérinaire d'alfort. 180p
- Bonn D. (2000). Maggot therapy: an alternative for wound infection, *Lancet*, 356: 1174.
- Boulkenafet F. (2016). Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires. Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine, p. 65.
- Bouree P., Resende P. (2001): Rôle pathogène des mouches. *Revue française des laboratoires*, 338: 65-71 p.
- Byrd JH., Allen JC. (2001). The development of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). *Forensic Sci Int*, 120 (1-2):79-88.
- Byrd, J.H., Castner, J.L. (2001). Insects of Forensic Importance. Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., CRC Press. pp. 43-79.
- Campobasso C.P., Di Vella G., Introna F. (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 120 : 18-27.
- Caruel C., Faucher N. (1997). Le traitement des plaies à travers tes siècles, Mémoire de DU "Plaies et cicatrisations", Paris, 1998 : 22.
- Castillo MIRALBES, M. (2002). Estudio de l'entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Monografías SEA*, 6. Zaragoza. 94 pp.
- Catts E.P., Haskell N.H. (1991). Entomology and death: A procedural guide. Clemson: Joyce's Print Shop, Clemson. 182p.
- Cazander., Veerdonk., Vandenbroucke-Grauls., Schreurs., Jukema. (2010). "Maggot excretions inhibit biofilm formation on biomaterials," *Clinical Orthopaedics and Related Research*, vol. 468, no. 10, pp. 2789–2796.
- Charabidze D., Bourel B., Gosset D. (2011). Larval-mass effect: Characterisation of heat emission by necrophagous blowflies (Diptera: Calliphoridae) larval aggregates. *Forensic Science International*, 211: 61-66.

- Charabidz. D. (2008). Étude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale, thèse doctorat, Lille.
- Charabidze D. (2012). La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, 48 (3-4):239-252.
- Chinery, M. (2005). Insectes de France et d'Europe occidentale, Paris : Flammarion, pp. 192
- Chodosh J, Clarridge JE, Matoba A. (1991). Nosocomial conjunctival ophthalmomyiasis with *Cochliomyia macellaria*. *Am. J. Ophthalmol*, 111: 520–521.
- Clarck K., Evans L., Wall R. (2005). Growth rates of the blowfly, *Lucilia sericata*, on different body tissues. *Forensic science international*, 156:145-149.
- Dar MS, Amer MB, Dar FK, Papazotos V. (1980). Ophthalmo-myiasis caused by the sheep nasal bot, *Oestrus ovis* (Oestridae) larvae, in the Benghazi area of Eastern Libya. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 74(3):303.
- Dedet PJ. (2011). À propos de la myiase conjonctivale humaine à *Oestrus ovis* en Afrique du Nord. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 104:378–379.
- Dekeirsschieter J. (2012). Etude des interactions entre l'entomofaune et un cadavre: approche biologique, comportementale et chémo-écologique du coléoptère nécrophage, *Thanatophilus sinuatus* Fabricius (Col.,Silphidae). Thèse de Doctorat. Université de Liège-Gembloux Agro-bio Tech. 248p.
- Dekeirsschieter., Verheggen., Bonnet., Haubruge. (2011). Recensement des Silphidae dans les collections entomologiques des étudiants de Gembloux Agro-Bio Tech sur la période 2001-2010. *Faunistic Entomology*, 64: (1), 15-21.
- Dono M, Bertonati MR, Poggi R, et al. (2005). Three cases of ophthalmo myiasis externa by sheep botfly *Oestrus ovis* in Italy. *New Microbiol* 28(4):365.
- Fekiri Y. (2014). Identification et étude de la succession des Diptères nécrophages sur deux cadavres de sangliers *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) manipulés dans la station vétérinaire de l'université de Blida. Mémoire de Master. Université de Blida 1, pp. 24-41.
- Filali F. (2011). Contribution à l'étude de la colonisation préférentielle d'un cadavre animal par les insectes nécrophages. Mémoire de Master. Université Mentouri Constantine, pp. 28-30.
- Gaudry E., Dourel L., Chauvet B., Vincent B. et Pasquerault T. (2007). L'entomologie légale : lorsque l'insecte rime avec l'indice. *Revue Francophone des Laboratoires*, 392:23-32.
- Gennard D. (2012). Forensic entomology: An introduction. Ltd John Wiley et Son, London.

- Gérard D., Didier F., Vincent R. (2017). *Entomologie médicale et vétérinaire*. Marseille: Institut de Recherche pour le Développement, 677.
- Golvan Y. (1983). *Eléments de parasitologie médicale*. pp. 320-328.
- Grassberger, M., Friedrich, E. & Reiter, C. (2003). The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. *International Journal of Legal Medicine*, 117:75-81.
- Greenberg, B. (1971). *Flies and Disease, Volume I: Ecology, Classification and Biotic Associations*. Princeton University Press, New Jersey. 856 pp.
- Guerroudj F., Berchi S. (2019). Composition of the necrophagous fauna on a rabbit corpse in Constantine, northeastern Algeria. *Energy procedia*, 157:(1085).
- Guimarães J. H., Prado A. P., Linhares A. X. (1978). Three newly introduced blowfly species in southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira d'Entomologia*, 22:53-60.
- Gupta S.C., Kumar S., Srivasta A. (1983). Urethral myiasis. *Tropical and geographical medicine*, 35:73-74.
- Hall MJR. (2008). New World screwworm (*Cochliomyia hominivorax*) and Old World screwworm (*Chrysomya bezziana*). Chapter 2.1.10. In: OIE Biological Standards Commission (ed) *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees)*, vol 1, Sixthth edn. OIE, World Organisation for Animal Health, Paris, France, pp. 265–275.
- Hall MA, Dugan E, Zheng B, Mishra A. (2001). Trust in Physicians and Medical Institutions: What Is It, Can It Be Measured, and Does It Matter? *Milbank Quarterly*, 79(4): 613–39.
- Hall MJR, Wall R. (1995). Myiasis of humans and domestic animals. *Adv Parasitol*, 35: 257-334.
- Haskell N.H., Hall R.D., Cervenka V.J., Clark M.A. (1997). On the Body: Insect's Life Stage Presence and Their Postmortem Artifacts. *Forensic Taphonomy. The Postmortem Fate of Human Remains*. W.D. Haglund and M.H. Sorg. Boca Raton. CRC Press. 415-441.
- Ireland S., Turner B. (2005). The effects of larval crowding and food type on the size and development of the blowfly, *Calliphora vomitoria*. *Forensic Science International*, 159: 175-181.
- Irish A. S., Lindsay T., Wyatt, N. (2014). Key to adults of afrotropical species of the genus *Chrysomya* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae), *African Entomology*, 22(2):297-306.
- Kettle D.S. (1995). *Medical and Veterinary Entomology*. 2ème édition. CAB International, Wallingford, Oxon.

- Khoobdel M., Davari B. (2011). Fauna and abundance of medically important flies of Muscidae and Fanniidae (Diptera) in Tehran, Iran. *Science Direct*, 4(3): 220-223.
- Klotzbach H., Krettek R., Bratzke H., Puschel K., Zehner R., Amendt J. (2004). The history of forensic entomology in German-speaking countries. *Forensic Science International*. 144: 259-263.
- Lambiase., Camerini. (2012). Spread and habitat selection of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera Calliphoridae) in Northern Italy: forensic implications. *J Forensic Sci*, 57(3):799-801.
- Leclercq M et Brahy G. (1985).Entomologie et Médecin légale. Datation de la mort. *Journal de Médecine légale Droit Médical*. 28:271-278.
- Lemonnier Annabelle., Reguardati Sophie. (2012). Identification des insectes utiles en entomologie légale. Museum National D'Histoire Naturele.
- Lutz L., Williams K.A., Villet H.H., Ekanem M., Szpila K. (2017). Species identification of adult African blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. *Legal Med*, 132.
- Marquez-Grant N., Roberts J. (2012). Forensic ecology handbook: From crime since to court. Wiley-Blackwell, Chichester. 272 p.
- Martinez. (2013). <http://ephytia.inra.fr/fr/C/7562/Info-Insectes-Characteristiques-morphologiques>.
- Martinez N.J.M.. (2004). Plaies et cicatrises. Diplôme Universitaire. Université de Montpellier I, p. 26.
- Martínez-sánchez, A., Rognes K., Baez M. (2002). Calliphoridae. In CARLES-Tolrá Hjorth-Andersen M. (Coord.): Catálogo de los Diptera de España, Portugal y Andorra (Insecta): 204-205. Monografías SEA, Vol. 8. Zaragoza.
- MARTÍNEZ-sánchez A., S. Rojo M.A., Marcos-García (2001).First collection of *Chrysomya megacephala* (Fabr.) in Europe (Diptera: Calliphoridae), *Pan- Pacific Entomologist*, 77:240-243.
- Martínez-sánchez, A.I., RoJo S., Rogens K., Marcos-gracia M.A. (1998). Califóridos con interés faunístico en agroecosistemas de dehesa y catálogo de las especies ibéricas de Polleniinae (Diptera: Calliphoridae). *Boletín Asociación española de Entomología*, 22 (1-2): 171-183.
- Megnin J. P. (1894). La faune des cadavres: application de l'entomologie à la médecine légale. Gauthier Villars et fils, Paris, 224 p.
- Merchenko M.I. (2001). Medicolegal relevance of cadavre entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Science International*, 120 : 89-109.

- Meskaldji Y., Abed R. (2018). Contribution à l'étude des insectes nécrophages d'intérêt médico-légal dans la région de Constantine. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine, p 28-29.
- Mohsen M, Keramatalab H. (2004). External ophtalmomyiasis caused by sheep botfly (*Oestrus ovis*) larvae: a report of eight cases. *Arch Iran Med* 7:136–9.
- Mozayani., Noziglia. (2011). “The Forensic Laboratory Handbook: Procedures and Practice”, Humana Press.
- Mumcuoglu KY; (2001). Clinical applications for maggots in wound care. *American journal of clinical dermatology*, 2: 219-227.
- Mumcuoglu KY, Ingber A, Gilead L, Stessman J, Friedmann R, Schulman H, Bichucher H. (1999). Maggot therapy for the treatment of intractable wounds. *Intl J Dermatol*, 38: 623-7.
- Navidpour S., Hoghooghi-rad N., Goodarzi H., Pooladgar. (1996). An outbreak of *Chrysomya bezziana* in Khoozestan Province, Iran. *Vet Rec*, 139: 217.
- Nigan Y., Bexfield A., Thomas S., Ratcliffe N A. (2006). Maggot Therapy: The Science and Implication for CAM Part II- Maggots Combat Infection. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: ecam*, 3(3): 303-208.
- Noutsis, C., Millikan, L. E. (1994). Myiasis. *Dermatol. Clin.* 12, 729-736.
- Peris., González-Mora, D. (1991). Los Calliphoridae d'España, II: Calliphorini (Diptera). *Eos*, 65 (1): 39-59.
- Prado e Castro, C. (2011). Seasonal carrion Diptera and Coleoptera communities from Lisbon (Portugal) and the utility of Forensic Entomology in Legal Medicine. Thèse de doctorat. Université de Lisbon, Portugal.
- Prado e Castro, C. & García, M.D. (2009) First record of *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera, Calliphoridae) from Portugal. *Graellsia*, 65:75-77.
- Prado e Castro C, Serrano A, Martins da Silva P, García MD. (2012). Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology*, 26: 417-431.
- Rognes K. (1997). The Calliphoridae (Blowflies) (Diptera: Oestroidea) are Not a Monophyletic Group. *Cladistics*, 13(1-2): 27-66.
- Rossi MA, Zucoloto S. (1973). Fatal cerebral myiasis caused by tropical warble fly, *Dermatobia hominis*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 22:267–269.

- Saifi M. (2017). Preliminary study of necrophagous Diptera associated with boar corpse (environment in eastern Algeria: Implications in forensic entomology. *Advances in Environmental Biology*, 11(3): (5).
- Saigusa K., Takamiya M., Aoki Y. (2005). Species identification of the forensically important flies in Iwate prefecture, Japan based on mitochondrial cytochrome oxidase gene submit I (COI) sequences. *Legal Medicine*, 7: 175-178.
- Sergent Ed., Sergent Et. (1907) La thimni, myiase humaine d'Algérie causée par *Oestrus ovis* L. *Ann Inst Pasteur*, 21:392–399.
- Sergent Ed., Sergent Et. (1913) La « Tamné », myiase humaine des montagnes sahariennes touareg, identique à la « thim'ni » des Kabyles, due à *Oestrus ovis*. *Bull Soc Pathol Exot*, 6(7): 487–488.
- Sherman A. (2014). Mechanisms of Maggot-Induced Wound Healing: What Do We Know, and Where Do We Go from Here. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2014: 592419.
- Sherman RA. (2000). Wound myiasis in urban and suburban United States. *Arch. Intern. Med.*, 160:2004 –2014.
- Smith D.R, Clevenger R.R. (1986). Nosocomial nasal myiasis. *Arch Pathol Lab Med*,110: 439-440. PMID: 3754428.
- Stevens P. (2004). Angios permphylogeny website. Version 5. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Cited May 2004.
- Sukontason K., Sukontason K. L., Piangjai S., Boonchu N., Kurahashi H., Hope M. et Olson J. K. (2003). Identification of forensically important fly eggs using a potassium permanganate staining technique. *Micron*, 3: 391-395.
- Suzzoni-Blatger J., Villeneuve L., Morassin B., Chevallier J. (2000).Un cas d'ophtalmomyiase externe humaine à *Oestrus ovis* à Toulouse (France). *J Fr Ophtalmol* 23:1020.
- Szpila K. (2012) Key for identification of European and Mediterranean blowflies (Diptera, Calliphoridae) of medical and veterinary importance – adult flies. In: Gennard D. (Ed.) *Forensic entomology, an introduction*, II edition Willey-Blackwell, Chichester, pp. 77–81.
- Szpila K., Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S. (2008). *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), a forensically important blowfly (Diptera: Calliphoridae) new for the Polish fauna. *Polish Journal of Entomology*, 77: 351-355.

- Szpila K., Pape T., Hall MJR., Mađra A. (2014) Morphology and identification of first instars of European and Mediterranean blowflies of forensic importance. Part III: Calliphorinae. *Medical and Veterinary Entomology* 28: 133–142.
- Taleb M. (2019). Étude de la biologie des Diptères nécrophages et leur application en entomologie medico-légale et en asthécothérapie. Thèse de doctorat. Université de Blida 1.
- Taleb M., Tail G., Açıkgöz H. (2018). First Record of *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) in Algeria. *Entomological News*, 128(1): (80-82).
- Taleb M., Tail G., Açıkgöz H., Djedouani B., Toumi M. (2018). First data on the distribution of *Lucilia sericata* Meigen, *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy and *Chrysomya albiceps* Wiedmann (Diptera, Calliphoridae) in Algeria. *Zoology and Ecology*, 28(2):142–154.
- Taleb M., Tail G., Kara F., Djedouani B., Toumi M. (2016). A preliminary study of the effects of environmental variables on early Diptera carrion colonizers in Algiers, Algeria. *Entomology and Zoology Studies*, 4(1): (183).
- Téot L. (1996) Revue générale : la détersion des plaies, *Journal des Plaies et Cicatrisations*, 3:7-12.
- Toussaint P. (2008). Larvothérapie. D.U. plaies et cicatrisation, paris VII, Repéré à http://www.cicatrisation.info/livre/module_2/toussaint/TOUSSAINT.pdf .
- Verves Y G. (2004). Records of *Chrysomya albiceps* in the Ukraine. *Medical and Veterinary Entomology*, 18:308-310.
- Vinogradova E.B. Reznik S.Ya (2016). Seasonal development of the blowfly *Caliphora vicina* R.-D. (Diptera, Calliphoridae) in the environs of St. Petersburg. *Entomological Review*, 96(3):263-268.
- Vistnes L.M., Lee R., Ksander G.A. (1981). Proteolytic activity of blowfly larvae secretions. *In experimental burns, Surgery* 90, (5):835-841.
- Wells J.D., LaMotte L.R. (2001). Estimating the postmortem interval. In J.L Bryd and J.H Castner (éds), *Forensic Entomology; the utility of arthropods in legal investigations*, 263-285.
- Williams G. C., Patrick H., Niemiec C. P., Ryan R. M., Deci E. L., Lavigne H. M. (2011). The smoker's health project: A self-determination theory intervention to facilitate maintenance oftobacco abstinence. *Contemporary Clinical Trials*, 32:535–543.
- Wyss C., Cherix D. (2006). *Traité d'entomologie forensique. Les insectes sur la scène de crime*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes. 317.

- Zarouri R. (2015). L'estimation de l'intervalle post-mortem par l'utilisation des Diptères nécrophages (Calliphoridae). Mémoire de Master. Université de Blida 1, pp. 47-48.
- Zayani A, Chaabouni M, Gouiaa R, et al (1989) Myiases conjonctivales. À propos de 23 cas dans le Sahel tunisien. *Archs Inst Pasteur Tunis* 66:289–92.
- Zehner R., Mosch S., Amendt J. (2006). Estimating the postmortem interval by determining the age of fly pupae: Are there any molecular tools? *International Congress Series*, 1288:619-621.
- Zhou X., Kambalame DM., Zhou S., Guo X, Xia D., Yang Y., et al. (2019). Human *Chrysomya Bezziana* myiasis: A systematic review. *PLoS Negl Trop Dis*, 13(10):e0007391.
- Zumpt F. (1965). Myiasis in Man and Animals in the Old World: A Textbook for Physicians, Veterinarians, and Zoologists. Université du Michigan, USA, p 267.