



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Animale

N° d'ordre 65/D3C/2018  
Série 05/BA/2018

**Thèse**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT  
3ème CYCLE LMD  
Spécialité : Entomologie  
Option : Biodiversité et Ecologie des Arthropodes**

**Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt  
médicolégale sur cadavre animal et activité saisonnale  
des Diptères Calliphoridae**

**Présentée par : Mme Selma El Batoul BENMIRA**

Devant le jury :

Président :	Pr. BAAZIZ Nasser	Professeur	Université des frères Mentouri Constantine
Directrice de thèse:	Pr. BERCHI Sélima	Professeur	ENSB Constantine
Examineurs :	Dr. BENKENANA Naima	MCA	Université des frères Mentouri Constantine
	Pr. BOUDAH Abdenacer	Professeur	ENSB Constantine

Soutenue le : // 2018

## **Remerciements**

*A l'issue de la rédaction de cette thèse, je suis convaincue qu'elle est loin d'être un travail solitaire. En effet, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail doctoral sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de ma recherche m'ont permis de progresser dans cette phase délicate de « l'apprenti chercheur ».*

*En premier lieu, je tiens à remercier ma directrice de thèse, Madame le Professeur BERCHI Sélima, pour la confiance qu'elle m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral, pour ses multiples conseils et pour toutes les heures qu'elle a consacré à diriger cette thèse. J'aimerais également lui dire à quel point j'ai apprécié sa grande disponibilité et son respect sans faille des délais serrés de relecture des documents que je lui ai adressés. Enfin, j'ai été extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ce travail doctoral.*

*A Mr. Le Professeur BAAZIZ Nasser*

*C'est pour moi un honneur de vous avoir en tant que président de ce jury. Je vous remercie d'avoir accepté de présider et de juger ce travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements à Mr. Le Professeur BOUDAH Abdenacer de l'Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie et à Mme le Docteur BENKENANA Naïma de l'université des Frères Mentouri de Constantine, qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.*

*Je remercie tous les membres du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, professeurs et étudiants anciens et nouveaux, que j'ai pu côtoyer durant mes années passées au laboratoire. Mes vifs remerciements vont également à Fouad, ingénieur du laboratoire pour sa gentillesse et sa disponibilité de tous les instants.*

*Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, Université de Constantine, Algérie ; je remercie Mr. Le Professeur LOUADI Kamel ex Directeur du laboratoire d'avoir mis à ma disposition les moyens matériels pour mener au mieux, mes expérimentations.*

*A titre plus personnel, je veux remercier mes chers parents qui m'ont toujours fait confiance, qui ont cru en moi et qui m'ont donné les moyens d'arriver jusqu'ici. Un immense merci à mon mari qui a fait preuve de patience et qui aura été avec mon petit prince d'un soutien tout aussi inébranlable.*

# Sommaire

INTRODUCTION.....	01
CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	
1.1. Utilisation et utilités des insectes nécrophages en médecine légale .....	05
1.1.1. Définition et historique de l'entomologie médico-légale.....	05
1.1.2. Délai post mortem ou Intervalle Post Mortem(IPM) .....	07
1.1.2.1. Définition et importance de l'IPM.....	07
1.1.2.2. Détermination de l'IPM .....	08
1.1.2.2.1. Datation à court terme .....	08
1.1.2.2.2. Datation à long terme .....	08
1.1.2.2.2.1. Notion d'escouades .....	09
1.2. La décomposition cadavérique .....	09
1.2.1. Stades de décomposition d'un cadavre .....	10
1.2.1.1. Le stade frais .....	10
1.2.1.2. Le stade de gonflement .....	10
1.2.1.3. Le stade de décomposition active (avancée) .....	11
1.2.1.4. Le stade de squelettisation (dessèchement) .....	11
1.3. Présentation de la faune associée aux cadavres .....	12
1.3.1. Les groupes écologiques .....	12
1.3.1.1. Les espèces nécrophages .....	12
1.3.1.2. Les espèces nécrophiles .....	13
1.3.1.3. Les espèces omnivores .....	13
1.3.1.4. Les espèces opportunistes .....	13
1.3.2. Les insectes nécrophages .....	14
1.3.2.1. Ordre des Diptères .....	14
1.3.2.1.1. Famille des Calliphoridae .....	14
1.3.2.1.2. Famille des Sarcophagidae .....	15
1.3.2.1.3. Famille des Muscidae .....	15
1.3.2.1.4. Famille des Fanniidae .....	15
1.3.2.1.5. Famille des Piophilidae .....	15
1.3.2.1.6. Famille des Phoridae .....	15
1.3.2.2. Ordre des Coléoptères .....	16

1.3.2.2.1. Famille des Dermestidae .....	16
1.3.2.2.2. Famille des Staphylinidae .....	16
1.3.2.2.3. Famille des Silphidae .....	16
1.3.2.2.4. Famille des Histeridae .....	16
1.3.2.2.5. Famille des Cleridae .....	17
1.3.2.3. Ordre des Hyménoptères .....	17
1.3.2.4. Ordre des Lépidoptères .....	17
<b>CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES .....</b>	
2.1. Zone d'étude .....	19
2.2. Période de prospection et matériel biologique utilisé .....	19
2.3. Méthode de prélèvement sur terrain et matériel entomologique utilisé .....	21
2.3.1. La méthode directe .....	22
2.3.2. La méthode indirecte .....	22
2.4. Les paramètres physiques étudiés .....	23
2.5. Préparation des insectes récoltés .....	24
2.5.1. Identification des spécimens .....	24
2.6. Exploitation et analyse des résultats .....	24
2.6.1. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition .....	25
2.6.1.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm) .....	25
2.6.1.2. L'abondance relative F(%) .....	25
2.6.2. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de structure .	26
2.6.2.1. Indice de diversité de Shannon-Waever et équitabilité .....	26
2.6.2.2. Indice d'équirépartition appliqué à la faune nécrophage .....	26
2.6.3. Exploitation des résultats par l'analyse de la variance (ANOVA) .....	27
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS .....</b>	
3.1. Structure de la faune nécrophage .....	28
3.1.1. Inventaire systématique observé au cours des quatre saisons .....	28
3.2. Résultats sur la biodiversité des taxons identifiés .....	31
3.2.1. Critères morphologiques de détermination des familles et espèces .....	31
3.2.1.1. Ordre des Diptères .....	31
3.2.1.1.1. Famille des Calliphoridae .....	32
3.2.1.1.2. Famille des Sarcophagidae .....	36

3.2.1.1.3. Famille des Muscidae .....	36
3.2.1.1.4. Famille des Fanniidae .....	38
3.2.1.1.5. Famille des Anthomyidae .....	39
3.2.1.2. Ordre des Coléoptères .....	40
3.2.1.2.1. Famille des Dermestidae .....	40
3.2.1.2.2. Famille des Trogidae .....	41
3.2.1.2.3. Famille des Silphidae .....	41
3.2.1.2.4. Famille des Staphylinidae .....	43
3.2.1.2.5. Famille des Histeridae .....	44
3.2.1.3. Ordre des Hyménoptères .....	46
3.3. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré au printemps .....	47
3.4. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré en été .....	48
3.5. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré en automne .....	48
3.6. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré en hiver .....	49
3.7. Décomposition cadavérique .....	50
3.7.1. Stades de décomposition .....	50
3.8. Influence de la température sur l'arrivée de la faune nécrophage durant les quatre Saisons .....	57
3.9. Activité saisonnale des Diptères Calliphoridae durant les quatre saisons .....	57
3.10. Arrivée des mouches bleues et des mouches vertes selon les stades de décomposition .....	59
3.11. Analyse de la faune nécrophage récoltée par des indices écologiques de composition .....	64
3.11.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm) de la faune récoltée .....	64
3.11.2. Abondances relatives des familles d'insectes récoltées durant les quatre saisons .....	66
3.11.2.1. Abondances relatives durant la saison printanière .....	66
3.11.2.2. Abondances relatives durant l'été .....	69
3.11.2.3. Abondances relatives durant l'automne .....	70
3.11.2.4. Abondances relatives durant l'hiver .....	71
3.12. Analyse de la faune nécrophage par des indices écologiques de structure .....	74
3.12.1. Indice de diversité maximale $H'$ max, l'indice de Shannon-Waeaver $H'$ et l'équitabilité E .....	74

3.12.1.1. Variation de l'indice de Shannon-Waever et Equitabilité sur le cadavre du printemps .....	75
3.12.1.2. Variation de l'indice de Shannon-Waever et Equitabilité sur le cadavre de l'été .....	76
3.12.1.3. Variation de l'indice de Shannon-Waever et Equitabilité sur le cadavre d'automne .....	77
3.12.1.4. Variation de l'indice de Shannon-Waever et Equitabilité sur le cadavre d'hiver .....	78
3.13. Analyse de la variance ANOVA .....	79
CHAPITRE 4 : DISCUSSION .....	84
CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	96
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	98
ANNEXE 1.....	

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Tineidae .....	18
Figure 2. Cadavre du printemps .....	20
Figure 3. Cadavre d'été .....	20
Figure 4. Cadavre d'automne .....	20
Figure 5. Cadavre d'hiver .....	20
Figure 6. La cage utilisée pour le dépôt des cadavres .....	20
Figure 7. Piège à fosse .....	22
Figure 8. Coléoptères récoltés dans le piège à fosse .....	22
Figure 9. Piège à émergence .....	23
Figure 10. Station météorologique .....	23
Figure 11. Fréquences centésimales des trois ordres d'insectes nécrophages récoltés pendant les quatre saisons de prospection .....	29
Figure 12. Fréquences centésimales des familles d'insectes nécrophages récoltés pendant les quatre saisons .....	30
Figure 13. <i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830 .....	33
Figure 14. Basicosta de l'aile (a) et tête (b) de <i>Calliphora vicina</i> .....	33
Figure 15. Basicosta de l'aile (a) et tête (b) de <i>Calliphora vomitoria</i> .....	34
Figure 16. <i>Lucilia sericata</i> Meigen, 1826 .....	34
Figure 17. <i>Lucilia silvarum</i> Meigen, 1826 .....	35
Figure 18. Sclérite sous-costal de l'espèce <i>Lucilia silvarum</i> .....	35
Figure 19. <i>Chrysomya albiceps</i> Wiedemann, 1819.....	35
Figure 20. <i>Sarcophaga carnaria</i> Linnée, 1758 .....	36
Figure 21. Abdomen en damier de <i>S. carnaria</i> .....	36
Figure 22. <i>Musca domestica</i> .....	37
Figure 23. <i>Muscina stabulans</i> Fallén, 1817 .....	38
Figure 24. <i>Hydrotaea dentipes</i> Fabricius, 1805.....	38
Figure 25. <i>Fannia scalaris</i> Fabricius, 1794 .....	39
Figure 26. <i>Anthomyia pluvialis</i> Linnaeus, 1758 .....	40
Figure 27. <i>Dermestes peruvianus</i> Laporte de Castelnau, 1840.....	40
Figure 28. <i>Trox hispidus</i> Pontoppidan, 1763.....	41
Figure 29. <i>Silpha rugosa</i> Linnaeus, 1758.....	42

Figure 30. <i>Silpha obscura</i> Linnaeus, 1758.....	42
Figure 31. <i>Silpha sinuatus</i> Linnaeus, 1758.....	43
Figure 32. <i>Creophilus maxillosus</i> Linnaeus, 1758.....	44
Figure 33. <i>Hister unicolor</i> Linnaeus, 1758.....	44
Figure 34. <i>Hister purpurascens</i> Herbst, 1792.....	45
Figure 35. <i>Hister quadrimaculatus</i> Linnaeus, 1758.....	45
Figure 36. <i>Saprinus semistriatus</i> Scriba, 1790.....	46
Figure 37. <i>Saprinus aeneus</i> Fabricius, 1775.....	46
Figure 38. <i>Nasonia sp.</i> .....	47
Figure 39. Fréquences centésimales des trois ordres d'insectes nécrophages récoltés pendant la saison printanière .....	47
Figure 40. Fréquences centésimales des deux ordres d'insectes nécrophages récoltés en été .....	48
Figure 41. Fréquences centésimales des deux ordres d'insectes nécrophages récoltés en automne .....	49
Figure 42. Fréquences centésimales des trois ordres d'insectes nécrophages récoltés en hiver .....	50
Figure 43. Durée des stades de décomposition des quatre cadavres expertisés .....	52
Figure 44. Stades de décomposition cadavérique du cadavre de printemps.....	53
Figure 45. Stades de décomposition cadavérique du cadavre d'été .....	54
Figure 46. Stades de décomposition cadavérique du cadavre d'automne.....	55
Figure 47. Stades de décomposition cadavérique du cadavre d'hiver.....	56
Figure 48. Influence de la température sur les effectifs de la faune nécrophage récoltée durant les quatre saisons d'investigation .....	57
Figure 49. Effectifs des mouches bleues et vertes selon les quatre saisons de l'année .....	58
Figure 50. Effectifs des mouches bleues et vertes selon les périodes chaude et froide de l'année .....	59
Figure 51. Effectifs des mouches bleues ( <i>Calliphora</i> ) et des mouches vertes ( <i>Lucilia</i> , <i>Chrysomya</i> ) selon les différents stades de décomposition sur les quatre cadavres expertisés .....	60
Figure 52. Effectifs des mouches bleues et des mouches vertes selon les différents stades	

de décomposition observés sur les quatre cadavres .....	61
Figure 53. Effectifs des mouches bleues et vertes selon les différents stades de décomposition durant les périodes chaude et froide de l'année .....	62
Figure 54. Effectifs de mouches bleues de l'ensemble des quatre saisons selon les différents stades de décomposition pendant les deux périodes, chaude et froide .....	63
Figure 55. Effectifs de mouches vertes de l'ensemble des quatre saisons selon les différents stades de décomposition pendant les deux périodes, chaude et froide .....	63
Figure 56. Distribution de la richesse totale (S) de la faune nécrophage récoltée durant les quatre saisons .....	64
Figure 57. Distribution de la richesse totale (S) des Calliphoridae récoltées durant les quatre saisons .....	66
Figure 58. Abondances relatives des familles récoltées sur substrat animal durant la saison printanière .....	67
Figure 59. Fourmis au niveau des yeux et du museau .....	68
Figure 60. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant la saison printanière .....	68
Figure 61. Abondances relatives des familles récoltées en été .....	69
Figure 62. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant l'été .....	70
Figure 63. Abondances relatives des familles récoltées en automne .....	71
Figure 64. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant l'automne .....	71
Figure 65. Abondances relatives des familles récoltées en hiver .....	73
Figure 66. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant l'hiver ....	73
Figure 67. Variation des indices écologiques de structure $H'$ , $H'_{max}$ et $E$ durant les quatre saisons de prospection .....	75
Figure 68. Variation de l'indice de Shannon-Weaver $H'$ et de l'équitabilité $E$ durant la décomposition cadavérique au printemps .....	76
Figure 69. Variation de l'indice de Shannon-Weaver $H'$ et de l'équitabilité $E$ durant la décomposition cadavérique en été .....	77
Figure 70. Variation de l'indice de Shannon-Weaver $H'$ et de l'équitabilité $E$ durant la décomposition cadavérique en automne .....	78
Figure 71. Variation de l'indice de Shannon-Weaver $H'$ et de l'équitabilité $E$ durant la décomposition cadavérique en hiver .....	79

Figure 72. Boite à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant le printemps .....	80
Figure 73. Boite à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant l'été .....	81
Figure 74. Boite à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant l'automne .....	82
Figure 75. Boite à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant l'hiver .....	83

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les familles et les fréquences centésimales des insectes nécrophages récoltés durant les quatre saisons .....	29
Tableau 2 : Checklist de toutes les espèces identifiées durant les quatre saisons .....	31
Tableau 3: Poids et durées de décomposition des quatre cadavres .....	50
Tableau 4 : Durée des différents stades de décomposition des quatre cadavres .....	51
Tableau 5. Distribution de la richesse totale (S) de la faune nécrophage récoltée au cours des quatre saisons de prospections .....	64
Tableau 6. Distribution de la richesse moyenne (Sm) de la faune nécrophage récoltée des quatre saisons de prospections .....	65
Tableau 7. Distribution de la richesse totale (S) des Calliphoridae des quatre saisons ...	65
Tableau 8. Indices écologiques de structure $H'$ , $H'$ max et E pour les quatre saisons de prospection .....	74
Tableau 9. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison printanière .....	80
Tableau 10. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison estivale .....	81
Tableau 11. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison automnale .....	82
Tableau 12. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison hivernale .....	83

## INTRODUCTION

La mort d'une personne sans surveillance ou d'une mort suspecte entraîne de suite l'arrivée des insectes nécrophages (Catts & Goff, 1992 ; Smith, 1986). Aussi, l'étude des caractéristiques du cadavre et de son état de décomposition (rigidité cadavérique, présence de lividité ou température du corps) n'est efficace que durant une courte période. Passé ce délai, l'estimation de l'intervalle post-mortem (IPM) devient délicate et imprécise (Charabidze *et al.*, 2008). Selon ce même auteur, il est alors possible de recourir à l'entomologie médico-légale qui consiste en l'application des données relatives à la succession d'insectes sur cadavre et son association avec des événements criminels (Keh, 1985; Goff, 2000). Ces insectes sont généralement la seule source d'information pour la détermination à court et à long terme de l'intervalle post-mortem (PMI). Ces éléments constituent le point de départ, souvent indispensable à l'identification de la victime et des circonstances du décès (Charabidze, 2012), lorsque les paramètres médicaux ne sont plus applicables (Kashyap & Pillay, 1989; Watson e Carlton, 2003).

L'IPM peut être déterminé par deux différentes méthodes. La première utilise les étapes de développement des œufs et des larves de mouches trouvées sur le cadavre (Catts, 1990). La deuxième méthode se base sur l'analyse et la succession d'arthropodes qui colonisent le cadavre, pour déterminer la durée de son exposition (Anderson & VanLaerhoven, 1996; Grassberger & Frank, 2004; Matuszewski *et al.*, 2010b).

La faune sarcosaprophage se divise en cinq groupes écologiques distincts :

1. Les nécrophages qui arrivent en premier et se nourrissent des cadavres. Les plus importants sont les Diptères Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Fanniidae, Piophilidae et Phoridae mais également des Coléoptères Dermestidae, Silphidae, Cleridae et Nitidulidae (Leclercq, 1996 ; Wyss & Cherix, 2006).
2. Les nécrophiles, qui se nourrissent de nécrophages à l'intérieur du cadavre par prédation ou par parasitisme (Leclercq, 1996 ; Wyss & Cherix, 2006).
3. Les omnivores, qui se nourrissent également du cadavre et de la faune associée; on note la présence des Hyménoptères comme les guêpes et les fourmis mais aussi des Coléoptères (Leclercq, 1996 ; Amendt *et al.*, 2004 ; Arnaldos *et al.*, 2005 ; Wyss & Cherix, 2006).

4. Les opportunistes, qui utilisent le corps comme refuge, source de chaleur, etc. On rencontre des Collemboles, des papillons et des araignées (Leclercq, 1996 ; Amendt *et al.*, 2004 ; Arnaldos *et al.*, 2005 ; Wyss & Cherix, 2006).

5. Les espèces accidentelles dont la présence est due au hasard. En général, les nécrophages, les nécrophiles et les omnivores sont les plus importants sur le plan médico-légal (Arnaldos *et al.*, 2005).

Les insectes nécrophages se divisent principalement en quatre ordres. Les Diptères 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 bioindicateurs dans la datation du décès (Ireland & Turner, 2005 ; Zehner *et al.*, 2006 ; Ames *et al.*, 2006 ; Clarck *et al.*, 2005 ; Saigusa *et al.*, 2005 ; Klotzbach *et al.*, 2004 ; Sukontason *et al.*, 2003). Ces espèces pionnières appartiennent majoritairement à la famille des Calliphoridae (Rognes, 1997 ; Khoobdel & Davari, 2011) qui est probablement la famille la plus importante en entomologie forensique (Wyss & Cherix, 2006). Nous avons également les Coléoptères mais ils interviennent plus tardivement lors du rancissement des graisses (Charabidze, 2012). Les Hyménoptères appartenant à la famille des Pteromalidae sont des parasitoïdes de Diptères Calliphoridae (Charabidze, 2008). Quant aux Lépidoptères, ils interviennent lors du desséchement des tissus. Des spécimens du genre *Aglossa* sont parfois observés sur les tissus adipeux décomposés (Charabidze, 2012).

La composition de cette faune varie selon la nature du cadavre et les différents stades de décomposition (Schoenly *et al.*, 1996). La décomposition cadavérique est influencée par de nombreux facteurs, dont les plus importants sont la température, l'humidité, les précipitations et l'abondance d'insectes (Tantawi *et al.*, 1996).

Des études sur les arthropodes nécrophages ont été menées dans plusieurs régions du monde pour déterminer les espèces nécrophages et les modèles de succession (Tabor *et al.*, 2005). La connaissance de la composition et de la dynamique de la communauté des organismes entomosarcosaprophages présents sur un cadavre est alors indispensable pour l'entomologie médico-légale (Greenberg, 1991; Catts & Goff 1992; Goff, 1993; Anderson, 1995; Anderson & VanLaerhoven, 1996; Amendt *et al.*, 2007).

Comme le signale Norris (1965), le type de carcasse utilisée dans les milieux expérimentaux peut modifier la gamme des espèces. Schoenly *et al.* (2007) ont suggéré

l'utilisation de carcasses de porcs avec une masse de départ de 23-27 kg en remplacement des cadavres humains dans les programmes de recherche. Par ailleurs, des études sur la succession d'insectes sur charogne ont été menées dans le monde entier (Anderson & VanLaerhoven, 1996; Carvalho *et al.*, 2000; Arnaldos *et al.*, 2001; Archer & Elgar, 2003; Watson & Carlton, 2003, 2005; Tabor *et al.*, 2005; Battan Horenstein *et al.*, 2007; Martinez *et al.*, 2007; Chin *et al.*, 2009; Eberhardt & Elliot, 2008; Wang *et al.*, 2008; Bucheli *et al.*, 2009; Özdemir & Sert, 2009). Cependant, à ce jour, des expériences utilisant de plus grandes carcasses de mammifères ont été réalisées dans seulement deux localités d'Europe centrale, à l'extérieur de l'Allemagne, en Basse-Autriche (Grassberger & Frank, 2004) et dans l'ouest de la Pologne (Matuszewski *et al.*, 2008, 2010a, 2010b ).

En Algérie, les travaux sur les insectes nécrophages sont fragmentaires et limités, nous citons dans ce contexte les travaux de Bensaada *et al.* (2014) dans la région de Gouraya qui ont travaillé sur des cadavres de chats et de porcs, ceux de Boulkenafet *et al.* (2015) dans la région de skikda qui a expertisé quatre cadavres de chiens de différentes tailles, ceux de Guerroudj & Berchi, 2016 et Smari & Louadi, 2016 dans la région de Constantine. D'autres travaux ont été réalisés dans le cadre des masters (Benmira, 2010 ; Ramdane, 2011 ; Nia, 2012 ; Djeghar & Roubhi, 2013 et Bouchehit, 2014) mais ne sont que des contributions où les résultats exposés restent à confirmer. Tous les travaux cités ont un intérêt particulier dans le domaine forensique. Ils ont été réalisés dans des régions différentes et sur différents types de cadavres.

L'intérêt de cette présente étude porte sur la connaissance des insectes nécrophages sur cadavres d'animaux, dans la région de Constantine (Algérie) particulièrement, les adultes. Aussi, l'objectif est d'apporter de plus amples informations quant à la variation saisonnière de la biodiversité de la nécrofaune, plus particulièrement l'activité des Diptères Calliphoridae, considérés comme de véritables bioindicateurs en entomologie médico-légale. Un inventaire sur cette faune particulièrement intéressante et en plein essor est alors proposé avec comme substrat, quatre cadavres de chiens adultes.

Pour mener à bien notre contribution, nous avons scandé le travail en quatre chapitres. Le premier chapitre est une présentation des insectes nécrophages avec leurs caractères généraux telles la morphologie et l'anatomie. Un aperçu sur l'entomologie médico-légale ou forensique et l'utilisation des insectes nécrophages dans cette discipline sont également présentés.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons la station d'étude, le choix du matériel biologique, ainsi que les méthodes utilisées pour l'échantillonnage, le matériel et les clés dichotomiques utilisées pour l'identification des spécimens. Les indices écologiques de composition sont également rapportés telles que la richesse spécifique et l'abondance relative ainsi que les indices de structure tels que l'indice de Shannon-Weaver  $H'$  et l'équitabilité  $E$ . Nous avons également exploité nos résultats par l'analyse statistique uni-variée (ANOVA).

Le troisième chapitre rassemble les résultats trouvés au cours de notre étude, ils consistent en l'analyse de l'inventaire entomologique des insectes récoltés sur les quatre saisons. Cette analyse est soutenue par des indices écologiques et les traitements statistiques.

Le quatrième chapitre comprend la discussion des résultats obtenus en références à des travaux réalisés précédemment, dans d'autres régions et sur différents substrats.

Enfin, une conclusion sur notre étude mène sur les perspectives et les travaux qui pourraient être envisagés pour mieux appréhender la faune nécrophage susceptible d'élucider certains problèmes judiciaires.

# CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1.1. Utilisation et utilités des insectes nécrophages en médecine légale

### 1.1.1. Définition et historique de l'entomologie médico-légale

Toute mort suspecte fait l'objet d'une enquête judiciaire. Si les légistes peuvent donner des précisions quant au jour et à l'heure du décès, en fonction de la température corporelle et ambiante et aussi longtemps qu'il y a rigidité cadavérique (48 à 72 heures), ils semblent cependant démunis dès que les muscles se relâchent, que la température corporelle s'aligne sur la température ambiante et que la décomposition fait son œuvre (Wyss & Chérix, 2006). Dans ce cas, on fait souvent appel à l'entomologie médico-légale ou forensique qui constitue l'ensemble des interactions entre les insectes et la justice (Hall, 2001). Elle est basée sur l'étude des insectes qui permet de dater la mort d'un sujet à un jour près, par mois d'ancienneté du cadavre. Elle consiste à étudier l'ordre d'arrivée et le stade de développement des espèces d'insectes retrouvées sur le cadavre.

Le recours à l'entomologie médico-légale est même la seule alternative lorsque le décès remonte à plus de 2-3 jours. En effet, les techniques classiques de datation n'étant plus valables, passé ce délai. Cette discipline reste quasi exclusivement consacrée à l'étude des insectes nécrophages pour l'estimation du délai post mortem (Gaudry & Dourel, 2009)

En Europe, jusqu'au XVII<sup>ème</sup> siècle, on croyait que la présence des larves ou asticots sur cadavres était due à la génération spontanée. Ce n'est qu'en 1668 que Francisco Redi démontra que les larves venaient d'œufs déposés par des Diptères (Wyss & Chérix, 2006).

Le cas le plus classique et bien connu est celui rapporté par Sung Tzu en 1247, dans son manuel à l'usage des enquêteurs sur les scènes du crime. Suite au meurtre d'un fermier dans une rizière réalisé à l'aide d'une serpe, tous les membres de la communauté furent rassemblés et durent ramener leurs outils devant eux. Les mouches furent attirées par une seule serpe qui contenait du sang. Cela a permis de condamner son propriétaire (Benecke, 2001 ; Amendt *et al.*, 2004 ; Gennard, 2007 ; Frederix *et al.*, 2010).

En 1850, Bergeret utilisa pour la première fois l'application de l'entomologie forensique dans une enquête où un cadavre de nourrisson fut découvert derrière une cheminée, dans une maison. Le couple propriétaire fut condamné pour cette affaire, mais suite

à l'étude de la succession des espèces nécrophages menée par Bergeret, ce dernier prouva que ce crime avait été commis deux ans avant l'arrivée de ce couple. Ce dernier fut donc innocenté (Wyss & Cherix, 2006).

Après quelques années, soit en 1894 Mégnin publia un ouvrage intitulé « *La faune des cadavres : Application de l'entomologie à la médecine légale* » où le terme : entomologie médico-légale apparaît pour la première fois. Dans son ouvrage, l'auteur évoque la présence de huit vagues ou escouades d'insectes qui se succèdent sur les cadavres (Frederickx *et al.*, 2011). il dénombre ainsi les stades suivants dans la décomposition d'un corps :

1. Mort récente ;
2. Début de la putréfaction ;
3. Modification des graisses ;
4. Transformation des produits caséux ;
5. Putréfaction ammoniacale, noircissement ;
6. Début de la dessiccation;
7. Dessiccation avancée ;
8. Attaque du squelette.

Les nombreuses expériences menées par Wyss (2004) sur des cadavres de porcs n'ont pas permis de retrouver cette succession d'escouades trop parfaite pour être réelle. Cet auteur a donc développé une autre technique de datation basée sur le cycle de développement des Diptères. Cette méthode offre des résultats précis pour autant qu'on puisse travailler sur le premier cycle des premiers insectes qui viennent pondre sur le cadavre.

L'entomologie forensique n'a été reconnue comme science criminelle qu'à partir du 20ème siècle (Charabidzé & Bourel, 2007). Par la suite, en 1970 Leclercq apporte sa contribution en développant la méthode adoptée par Mégnin. Il améliore alors les connaissances de la biologie des insectes nécrophages avec un livre intitulé « *Entomologie et Médecine légale, Datation de la mort* » (Leclercq, 2009 ; Charabidzé & Gosselin, 2014).

Un guide de terrain proposé par Catts et Haskell (1990) vers la fin du 20ème siècle intitulé « *Entomology and Death : A Procedural Guide* » contient des protocoles de prélèvements d'insectes sur une scène de crime (Charabidzé, 2012b).

Au cours des dernières années, les entomologistes portaient un grand intérêt pour l'enquête médico-légale, ce qui a donné lieu à un certain nombre de commentaires résumant ce domaine dans les enquêtes criminelles (Miller & Naples, 2002). Dans les dix dernières années, plusieurs ouvrages d'intérêt médico-légal ont vu leur apparition (Greenberg & Kunich, 2002 in Frederickx *et al.*, 2010 ; Wyss & Cherix, 2006 ; Gennard, 2007 ; Byrd & Castner, 2000, 2009 in Frederickx *et al.*, 2010 ; Amendt *et al.*, 2010).

Cependant, assez rapidement apparaissent quelques critiques, de nombreux spécialistes ayant pu constater la variabilité des processus en cause et la possibilité de superposition des escouades. L'idée fondamentale de l'utilisation de la température pour estimer la date de ponte des insectes sur un corps serait apparue au Canada en 1897 (Wyss & Cherix, 2006).

L'utilisation de cette discipline aux États-Unis dans le cadre des affaires criminelles est quasi-systématique (Wyss & Cherix, 2006). En France, un laboratoire d'entomologie forensique s'est créé au sein de l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN). Juste après, le laboratoire de Microtraces en Belgique (Institut National de Criminalistique et de Criminologie, INCC) s'intéresse au développement de cette discipline. Dès cette époque, l'entomologie forensique s'est faite connaître dans plusieurs structures en Europe.

En Afrique, cette discipline connaît un essor ces dernières années. Des programmes en entomologie forensique ont vu le jour au Maroc, en Algérie, au Bénin et au Cameroun (Charabidzé & Gosselin, 2014).

## **1.1.2. Délai post mortem ou Intervalle Post Mortem (IPM)**

### **1.1.2.1. Définition et importance de l'IPM**

Lorsque les personnes parlent d'un proche décédé, ils intègrent souvent la notion du temps. Dans bien des cas, même si la personne chère est morte depuis plusieurs semaines ou mois, le fait de connaître la date de la mort permet à ces gens de faire leur deuil surtout dans les cas de meurtres (Wyss & Chérix, 2006).

Après la découverte du cadavre, une enquête judiciaire s'impose pour pouvoir déterminer le moment de la mort à un jour près, chose qui n'est pas facile et qui demande beaucoup de temps et d'informations pour déchiffrer les événements menant jusqu'à l'authenticité des faits (Rivets & Dahlem, 2014). C'est ainsi qu'est apparu l'IPM ou Intervalle Post Mortem. Cette estimation peut être définie comme étant l'intervalle entre le moment de la mort et la découverte du cadavre (Wyss & Cherix, 2006). Cette information peut aider à identifier le coupable et la victime (Gennard, 2007). Donc, le calcul de l'IPM a des implications légales évidentes, il s'agit de pouvoir apporter un élément clé dans n'importe quelle enquête, principalement dans les affaires d'homicides. Cependant, l'IPM reste une estimation qui ne peut pas attribuer la valeur exacte au moment du décès (Bouleknéfet, 2016).

### **1.1.2.2. Détermination de l'IPM**

En se basant sur les insectes, on parle souvent de deux méthodes adoptées pour déterminer l'IPM (Swift, 2006).

#### **1.1.2.2.1. Datation à court terme**

Elle se base sur la détermination de la période de ponte des premiers Diptères colonisant le cadavre et concerne presque uniquement les larves de Calliphoridae (Wyss & Chérix, 2006). Elle repose sur la connaissance précise de leur cycle de développement et des variations engendrées par les diverses conditions écologiques, en particulier la température et l'hygrométrie. Dans ces conditions équivalentes, chaque espèce présente des durées particulières pour chacun des stades de développement. Théoriquement, cette méthode nous fournit une information précise, dès la ponte des premiers Diptères colonisant le cadavre jusqu'à l'apparition des mouches adultes de la première génération (Gaudry & Dourel, 2009). Elle nous permet de calculer ce qu'on appelle un IPM minimum. Cependant, cette technique ne peut être utilisée que pour la première génération de mouches trouvées sur le cadavre.

#### **1.1.2.2.2. Datation à long terme**

Cette technique s'appuie sur l'étude des successions de différentes espèces d'insectes au cours de la décomposition (Gaudry & Dourel, 2009). Cependant, elle est jugée peu pertinente car il est risqué d'estimer un IPM au-delà de la première génération de Diptères (Wyss & Chérix, 2006). En effet, l'arrivée des insectes nécrophages et leur succession chronologique (escouades) n'est pas toujours maintenue. Ceci est dû aux conditions

climatiques locales qui influencent la dégradation du cadavre et le cycle de développement des insectes.

#### **1.1.2.2.2.1. Notion d'escouades**

Un corps en décomposition est un milieu particulièrement riche en ressources : un grand nombre d'espèces d'insectes vont profiter de cette énergie et proliférer très rapidement sur le cadavre. Ce biotope évoluant au fur et à mesure de la décomposition, certains insectes vont être attirés très tôt sur le corps, et d'autres plus tardivement : c'est le principe des escouades définies par Megnin (Megnin, 1894). Selon cet auteur, l'arrivée des insectes se fait en 8 escouades en fonction des stades de décomposition cadavérique. Cette notion a été reprise par plusieurs autres auteurs (Hough, 1897 ; Chapman & Sankey, 1955 ; Bournemissza, 1957 ; Payne, 1965 ; Easton & Smith, 1970 ; Lane, 1975 ; Rodriguez & Bass, 1983 ; et Goff, 1993). Cependant, plusieurs études récentes tels ceux de Kocàrek (2002), Wyss (2004), Dekeirsschieter (2007), Bouleknefet *et al.* (2015), Guerroudj & Berchi (2016) et Benmira *et al.* (2017) ont prouvé que l'ordre et la chronologie d'arrivée des groupes d'insectes n'est pas maintenue, et que l'estimation de l'IPM reste imprécise.

### **1.2. La décomposition cadavérique**

Un cadavre quel qu'il soit, constitue une énorme réserve en nutriments pour les bactéries, les insectes et les charognards (Wyss & Chérix, 2006). Au cours de sa décomposition, le cadavre attire une grande variété d'insectes grâce aux odeurs qu'il dégage selon les différents stades de décomposition (Dekeirsschieter, 2007 ; Charabidze, 2008 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012). Des changements biologiques, chimiques et physiques vont apparaître au niveau du cadavre (Anderson, 2001). Les cellules du corps n'étant plus protégées par le système immunitaire, sont alors la proie d'insectes nécrophages voraces. Ces derniers vont se servir du cadavre, afin de se nourrir, ou nourrir leurs progénitures.

Quelques minutes après la mort de l'organisme, il se produit des réactions d'autolyse qui sont des transformations fermentatives (qui s'observent sans l'action de bactéries ou d'agents étrangers à l'organisme).

Les substrats produits lors de ces réactions dégagent des odeurs spécifiques (pas forcément perceptibles par l'Homme), attirant ainsi les premiers insectes qui vont pondre leurs œufs dans les orifices naturels (sphincters, pores de la peau) et dans les blessures. La

ponte se fait le plus souvent de jour et ne survient habituellement pas en dessous de 4 °C; L'apparition des larves peut se faire en moins d'un quart d'heure après la ponte par temps chaud.

Au cours du temps, l'altération du cadavre se traduit par le dégagement d'odeurs, spécifiques à une période donnée. En effet, à mesure que la décomposition progresse, les réactions d'autolyse changent, ainsi que les substrats produits et donc les odeurs dégagées. Ces nouvelles odeurs vont repousser les femelles attirées par les premières odeurs. D'autres femelles viennent ensuite, sélectivement, coloniser le cadavre, et constituent des escouades.

L'insecte est attiré sélectivement par ce qui lui convient et il évite le reste (Leclercq, 1978).

### **1.2.1. Stades de décomposition d'un cadavre**

Le cadavre subit une série de changement selon les différents stades de décomposition (Anderson & VanLaerhoven, 1996 ; Galloway, 1997 ; Goff, 2009). Cependant, ces phases de dégradation cadavérique peuvent être définis comme étant une série de phénomènes qui se superposent et non comme étant des stades clairement identifiables les uns des autres (Campobasso *et al.*, 2001 ; Goff, 2009 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012).

Selon la classification de Reed (1958, in Kocàrek, 2003), ces derniers sont divisés en quatre stades distincts : stade frais, stade de gonflement, stade de décomposition avancée et stade de squelettisation.

#### **1.2.1.1. Le stade frais**

Ce stade débute juste après la mort de l'individu. Il peut durer jusqu'à une semaine au maximum (Galloway, 1997). Cette phase est caractérisée par des changements mineurs (Goff, 2010) de nature physique, chimique, et biologique, plus le refroidissement du corps. Les premiers visiteurs qui viennent coloniser le cadavre pendant cette phase sont des mouches appartenant à la famille des Calliphoridae (Dekeirsschieter *et al.*, 2014).

#### **1.2.1.2. Le stade de gonflement**

Cette phase est probablement la plus facile à distinguer. Ce stade commence lors du gonflement du cadavre qui résulte de l'accumulation des gaz de putréfaction dans le corps

(Anderson, 1996). La mort d'un individu entraîne la diminution de l'oxygène, ce qui favorise le milieu pour les micro-organismes anaérobies (Carter *et al.*, 2007) qui transforment les sucres, les lipides et les protéines en acides organiques et en gaz. Ces derniers entraînent le gonflement du cadavre qui adoptera l'apparence d'un ballon étiré rempli d'air (Gennard, 2007). L'activité bactérienne assure la ventilation de l'organisme.

### **1.2.1.3. Le stade de décomposition active (avancée)**

Lors du gonflement, les parties molles du corps disparaissent rapidement en raison de l'autolyse (propre destruction des cellules) et de l'activité des organismes colonisant ce cadavre (microbes, bactéries, insectes...etc). Ensuite, il y a rupture de la couche externe de la peau (Campobasso *et al.*, 2001), le corps se dégonfle et les gaz s'échappent à l'extérieur ce qui explique les fortes odeurs cadavériques, cette phase est appelée putréfaction. Cette dernière est suivie de la fermentation qui génère les acides caséiques et butyriques. A ce stade, le corps entre dans une phase dite « avancée ».

Quand les conditions climatiques deviennent défavorables, il peut y avoir momification. Dans ce cas, on peut observer une perte d'une grande partie de la peau (Campobasso *et al.*, 2001).

La décomposition avancée est caractérisée par la présence de grandes masses larvaires de Diptères à l'intérieur du cadavre et aux alentours (Goff, 2010). A la fin de cette phase, il ne reste du corps que la peau, le cartilage et les os. Le plus grand indicateur de cette étape est la dominance des Coléoptères, et la diminution du nombre de Diptères (Gennard, 2007).

### **1.2.1.4. Le stade de squelettisation (dessèchement)**

A ce moment, la décomposition des tissus mous se termine, il ne reste alors que les os et les cheveux (Gunn, 2006). Des tissus peuvent rester aux points d'attachement des ligaments et des muscles comme le long de la colonne vertébrale ou au niveau de l'articulation des os longs (Galloway, 1997). Ces tissus vont se dégrader pour ne laisser que le squelette (Gunn, 2006).

Cependant, il est important de signaler qu'il n'y a pas de distinction précise entre les différents stades de décomposition d'un corps, c'est une séquence de phénomènes qui se superposent et ne peuvent pas être clairement identifiables les uns des autres (Campobasso *et*

*al.*, 2001 ; Goff, 2009). Mais les chercheurs scientifiques, lors de leurs investigations, peuvent les distinguer d'une manière approximative.

### **1.3. Présentation de la faune associée aux cadavres**

#### **1.3.1. Les groupes écologiques**

A l'instar des insectes coprophages et autres saprophages, les insectes nécrophages sont des détritivores. Ils interviennent dans les écosystèmes de façon primordiale dans le recyclage de la matière. Associés aux décomposeurs (bactéries, champignons et protozoaires), ils conduisent à la reminéralisations des matières organiques et remettent ainsi les éléments nutritifs à la disposition des végétaux. Ils agissent comme des " éboueurs entomologiques " et jouent un rôle important dans l'élimination des déchets (Leclercq & Verstraeten, 1992 ; Marchenko, 2001).

Les espèces d'insectes associées aux cadavres et leur prolifération varient selon plusieurs facteurs dont le plus important est la zone biogéoclimatique (Anderson, 2001 ; Campobasso *et al.*, 2001 ; Prado & Castro, 2011). Plusieurs d'autres facteurs tels la température, l'hygrométrie et l'habitat sont également responsables de déterminer la structure de la nécro faune (Smith, 1986). Ces espèces utilisent le cadavre comme substrat nourricier, comme site de reproduction ou bien comme refuge (Dekeirsschieter *et al.*, 2012).

Selon plusieurs auteurs tel Leclercq (1996) ; Amendt *et al.* (2004) et Wyss & Cherix (2006), la faune associée aux cadavres se divise en quatre groupes écologiques. Un cinquième est parfois cité, il s'agit des espèces accidentelles qui sont présentes sur le corps par hasard (Arnaldos *et al.*, 2005).

##### **1.3.1.1. Les espèces nécrophages**

Ils se nourrissent principalement de tissus cadavériques notamment les liquides de décomposition. Les espèces de cette catégorie appartiennent principalement à deux ordres différents, celui des Diptères (Calliphoridae et Sarcophagidae) et celui des Coléoptères (Silphidae et Dermestidae) (Dekeirsschieter *et al.*, 2012).

### **1.3.1.2. Les espèces nécrophiles**

Les espèces de ce groupe sont prédatrices ou parasites d'espèces nécrophages spécialement des larves et des pupes de Diptères (Leclercq, 1996 ; Wyss & Cherix, 2006). Elles appartiennent principalement à l'ordre des Coléoptères des familles de Silphidae, Histeridae, Staphylinidae, Dermestidae, Cleridae et Nitidulidae. Les larves de ces Coléoptères se nourrissent également des larves de Diptères. On trouve également des Diptères (Calliphoridae et Stratiomyidae), des Hyménoptères (parasitoïdes de larves et de pupes de Diptères nécrophages) et des Acariens (Leclercq, 1996 ; Amendt *et al.*, 2004 et Wyss & Cherix, 2006).

Les larves de certains Diptères peuvent devenir prédatrices à partir d'un certain stade de développement (Dekeirsschieter *et al.*, 2012). Comme exemple, on peut citer les larves du troisième stade du genre *Muscina* (Diptère, Muscidae) (Gaudry, 2002) et quelques *Chrysomia* (Diptères, Calliphoridae) (Amendt *et al.*, 2004).

### **1.3.1.3. Les espèces omnivores**

Se nourrissent du cadavre et des espèces nécrophages et nécrophiles présentes sur ce dernier. Ils appartiennent principalement à l'ordre des Hyménoptères notamment les fourmis et les guêpes, et quelques Coléoptères (Leclercq, 1996 ; Arnaldos *et al.*, 2005 ; Wyss & Cherix, 2006).

### **1.3.1.4. Les espèces opportunistes**

Les membres de ce groupe perçoivent le cadavre comme une extension de leur habitat afin de s'abriter, se réchauffer, hiberner et même pour se nourrir (Leclercq & Vastræten, 1992). Ils peuvent être prédateurs des espèces nécrophages (Campobasso *et al.*, 2001). Cette catégorie comporte des Collemboles, des araignées, des mille-pattes, des Lépidoptères ou bien des Acariens qui se nourrissent de moisissures ou de champignons présents sur le cadavre (Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss & Cherix, 2006).

En entomologie forensique, seuls les deux premiers groupes sont utiles, ils regroupent un grand nombre de Diptères et de Coléoptères (Amendt *et al.*, 2004 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012).

### **1.3.2. Les insectes nécrophages**

Les cadavres sont colonisés par différents insectes nécrophages appartenant principalement à quatre ordres : les Diptères, les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères. Les espèces de ces ordres sont ptérygotes (les adultes possèdent des ailes), et holométaboles (à métamorphose complète).

#### **1.3.2.1. Ordre des Diptères**

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).

Cet ordre est principalement divisés en deux sous ordres : les Nématocères, les Brachyceres (dont les Orthorrhaphes et les Cyclorrhaphes). Les Diptères nécrophages appartiennent aux Cyclorrhaphes.

De nombreuses espèces de Diptères peuvent être attirées par un cadavre. Elles appartiennent à plusieurs familles dont les plus importantes sont : les Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae et Phoridae.

##### **1.3.2.1.1. Famille des Calliphoridae**

Les mouches appartenant à cette famille sont souvent observées autour des cadavres. Se sont des mouches de taille moyenne à grande variant de 4 à 16mm. La majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir, ou alors on trouve une longue pilosité dorée sur le thorax. Les larves ont une taille allant de 8 à 23mm habituellement de couleur blanche ou crème.

La tête et le corps possèdent de longues soies, avec un dimorphisme sexuel au niveau des yeux, où ceux des mâles se touchent alors que ceux des femelles sont nettement séparés (Bouleknéfet, 2016). Cette famille contient 1000 espèces réparties dans le monde entier (Byrd & Castner, 2010).

#### **1.3.2.1.2. Famille des Sarcophagidae**

Souvent désignées sous le terme de mouches à viande ou mouches à damier. Leurs tailles varient de 2mm à 22mm suivant les espèces. Elles possèdent un abdomen qui porte le plus souvent un motif en damier, parfois des bandes ou des taches grises ou noires sur le dos du thorax. Aucune espèce ne porte des couleurs métalliques (Wyss & Cherix, 2006).

#### **1.3.2.1.3. Famille des Muscidae**

Se sont des mouches de taille plus modeste allant de 3 à 10mm, les adultes sont relativement discrets du point de vue coloration, généralement de couleur terne, mais aussi assez variable, du jaune orange au gris, brun ou noir et très rarement avec une coloration métallique. De nombreuses espèces sont ubiquistes. Les larves sont des asticots cylindriques, plus fins vers l'avant et arrondis en arrière avec des crochets buccaux fusionnés ou étroitement accolés (Wyss & Cherix, 2006).

#### **1.3.2.1.4. Famille des Fanniidae**

Longtemps classés parmi les Muscidae. Se sont des mouches de petite taille (4-9mm), elles sont caractérisées par une nervation alaire bien particulière. Elles sont habituellement grises foncées à noires, parfois avec des tâches jaunes sur l'abdomen. Les larves sont reconnaissables à leur corps aplatis, à tégument épais et hérissé de processus branchus. Quelques espèces seulement des Fanniidae sont nécrophages.

#### **1.3.2.1.5. Famille des Piophilidae**

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

#### **1.3.2.1.6. Famille des Phoridae**

Petites mouches mesurant de 0,5mm à 6mm de longueur, de couleurs brunes, noires ou jaunes et possèdent un dos voûté. Les Phoridae recherchent les substances végétales ou

animales en décomposition. Ainsi, *Conicera tibialis* souvent appelée mouche des cercueils peut traverser plusieurs dizaines de centimètres de sol pour aller pondre sur des cadavres (Wyss & Cherix, 2006).

### **1.3.2.2. Ordre des Coléoptères**

La grande majorité des coléoptères trouvés associés aux cadavres appartiennent aux familles des : Dermestidae, Staphylinidae, Silphidae et Histeridae.

#### **1.3.2.2.1. Famille des Dermestidae**

Ce sont des Coléoptères de taille moyenne (3,5-10 mm) dont le corps est couvert de poils courts ou d'écaillés. Ils se nourrissent de toute sorte de matières organiques sèches. Leur présence sur les cadavres est fréquente (Wyss & Cherix, 2006) mais ils interviennent très tardivement dans le processus de décomposition (Charabidze, 2008).

#### **1.3.2.2.2. Famille des Staphylinidae**

Les espèces de cette famille sont très fréquentes mais majoritairement nécrophiles. Elles chassent activement et peuvent donc influencer fortement sur le processus de colonisation et de décomposition de petits cadavres où les populations de larves de Diptères sont restreintes (Charabidze, 2008).

#### **1.3.2.2.3. Famille des Silphidae**

Coléoptères d'une taille moyenne à grande (10-35mm), généralement de couleur foncée avec des antennes de 11 articles terminées par une massue (Wyss & Cherix, 2006).

Ils possèdent des élytres souvent courts qui ne recouvrent pas complètement l'abdomen. Certaines espèces prélèvent de la matière en décomposition, l'enfouissent dans le sol et pondent leurs œufs dans ce substrat (Wyss & Cherix, 2006).

#### **1.3.2.2.4. Famille des Histeridae**

Coléoptères ne dépassant que rarement 10 mm de longueur, de forme ovoïde, de couleur noire brillante ou verte métallique. Ils se nourrissent souvent d'œufs et de larves de mouches nécrophages (Wyss & Cherix, 2006).

Leur activité est plutôt nocturne. On peut les trouver aussi bien sur des cadavres relativement frais que sur des cadavres fortement décomposés (Wyss & Cherix, 2006).

#### **1.3.2.2.5. Famille des Cleridae**

Les espèces appartenant à cette famille sont plutôt velues, aux couleurs vives. Elles mesurent entre 3 et 6 mm de longueur. De formes plutôt arrondies, elles possèdent sur le pronotum et les élytres des reflets métalliques verts et bleus. On les rencontre sur les poissons séchés, la peau et les os d'animaux morts et aussi sur des cadavres humains. Les adultes et les larves sont aussi prédateurs d'œufs et de larves de Diptères nécrophages. On peut les rencontrer sur des cadavres à plusieurs états différents de la décomposition, mais le plus souvent à partir de quelques semaines (Wyss & Cherix, 2006).

#### **1.3.2.3. Ordre des Hyménoptères**

Ils sont pourvus de quatre ailes membraneuses et de pièces buccales de type broyeur-lécheur. La tête est séparée du thorax par un coup très mince. On trouve des guêpes parasitoïdes de la famille des Pteromalidae, notamment *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) qui pondent leurs œufs dans les pupes de Diptères Calliphoridae (Charabidze, 2008).

Quelques espèces de fourmis (Formicidae) sont nécrophages, et peuvent laisser des lésions caractéristiques sur les cadavres (Charabidze, 2008).

#### **1.3.2.4. Ordre des Lépidoptères**

Peu d'espèces de Lépidoptères sont associées aux cadavres, les plus fréquentes appartiennent à la famille des Tineidae (Fig.1). Ils interviennent tardivement lorsque les tissus sont desséchés.



**Fig.1. Tineidae (Anonyme, 2010)**

## **CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES**

### **2.1. Zone d'étude**

Nous avons mené nos quatre expériences dans le même site, un espace ouvert situé à proximité du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, dans la wilaya de Constantine dans l'est algérien au niveau de la commune de Chaabat Ersas (36°20'16.20"N; 6°37'33.32"E) à une altitude de 571 m. Le climat de la wilaya de Constantine est méditerranéen avec des températures a fortes amplitudes, la température moyenne annuelle est de 15°C. La moyenne pluviométrique varie de 500mm à 700mm par an.

### **2.2. Période de prospection et matériel biologique utilisé**

Notre étude s'est déroulée durant quatre saisons différentes de l'année 2012/2013. Nous avons utilisé comme substrats quatre cadavres de chiens (*Canis*) chacun dans une saison différente de l'année. Le premier est celui du printemps (05.04.2012) et pèse 15 kg (Fig.2), le deuxième est celui d'été (07.07.2012) et pèse 13,4 kg (Fig.3), le troisième, celui d'automne (12.12.2012) pèse 13 kg (Fig.4) et le quatrième est celui d'hiver (11.03.2013) et pèse 16 kg (Fig.5).

Nous avons pu obtenir nos quatre cadavres au niveau du service d'hygiène de la commune de Constantine suite aux abattages de chiens errants qui représentent un véritable danger public.

Les cadavres sont placés, immédiatement après leurs morts, dans une cage montée d'un cadre métallique de 2m de cotés (Fig.6), et recouverte d'un grillage en fer avec de petites mailles de 1cm de diamètre afin de les protéger d'éventuels prédateurs.



**Fig.2. Cadavre du printemps (photo originale) Fig.3. Cadavre d'été (photo originale)**



**Fig.4. Cadavre d'automne (photo originale) Fig.5. Cadavre d'hiver (photo originale)**



**Fig.6. La cage utilisée pour le dépôt des cadavres (photo originale)**

### **2.3. Méthode de prélèvement sur terrain et matériel entomologique utilisé**

Les investigations ont été réalisées sur les quatre saisons et tout au long de la décomposition des cadavres de chien à l'exception des week-ends. Nous avons effectué deux récoltes par jour, la première à 10h et la deuxième à 15h.

Pour la saison hivernale, nous n'avons pu échantillonner sur le cadavre de chien qu'à la fin de la saison début printemps. Nous n'avons pu en effet récupérer le substrat au niveau du service d'hygiène que tardivement.

Le but est d'effectuer un échantillonnage représentatif des insectes venant visiter les cadavres. Nous avons alors au préalable, pris la précaution de préparer tout le matériel servant à la récolte des arthropodes, plus particulièrement les insectes nécrophages trouvés sur le cadavre et à l'intérieur de la cage.

Le matériel utilisé pour prélever les insectes est regroupé dans une boîte facilement transportable. Il est composé de tubes en plastique de contenance variable, de pinces métalliques souples et de boîtes de pétri. Le collecteur se muni aussi d'un masque et de gants car il est certain que prospecter un animal mort en décomposition n'est pas chose simple.

Pour notre étude, nous avons analysé la composition de la faune nécrophage avec en premier lieu un inventaire basé sur la collecte directe des spécimens présents sur la carcasse au moment de l'échantillonnage (Reed, 1958; Payne, 1965; Early & Goff, 1986; Anderson & VanLaerhoven, 1996; Tantawi *et al.*, 1996; Grassberger & Frank, 2004; Matuszewski *et al.*, 2008, Sharanowski *et al.*, 2008). Avec cette méthodologie, qui comprend le plus souvent l'utilisation de filets d'insectes et de pinces pour l'échantillonnage, seule la faune présente au moment de la visite est collectée et dépend de la capacité et de l'expérience du collecteur. La manipulation de la carcasse, ainsi que le contact étroit nécessaire peuvent être un facteur de perturbation pour les organismes et le processus de succession. Tout cela peut conduire à des inventaires partiels et incomplets qui ne représentent pas exactement la communauté sarcosaprophagique présente dans une carcasse (Ordóñez *et al.*, 2008).

Aussi, ces limitations peuvent être évitées avec l'utilisation de pièges spécifiques qui rassemblent toutes les espèces d'arthropodes qui accèdent, se développent et sortent des carcasses. Ainsi, nous avons adopté un échantillonnage selon une approche purement

qualitative. Cette technique consiste à coupler une méthode de chasse directe avec une méthode de chasse indirecte.

### 2.3.1. La méthode directe

Elle permet de récolter à l'aide d'attrape mouches et de tubes en plastiques, les insectes qui viennent se poser sur les différentes parties du cadavre (œil, museau, oreille, bas ventre...). Notons que c'est au niveau des orifices naturelles que les adultes sont moins agités et donc plus faciles à prendre.

### 2.3.2. La méthode indirecte

Elle repose sur deux types de pièges. Le premier est un piège à fosse de type Barber (Fig.7) qui repose sur l'utilisation de récipients enterrés dans le sol et contenant de l'eau savonneuse. La partie supérieure de ces récipients affleure la surface et sont disposés tout autour du cadavre; ce type de pièges est bien adapté pour récolter des Coléoptères se déplaçant sur le sol (Fig.8).

Le deuxième est un piège à émergence, il sert à capturer des arthropodes, particulièrement les insectes nécrophages. Nous nous sommes inspirés des travaux de Wyss (1999) pour concevoir ce piège et l'adapté pour nos expériences. Il est monté de bâtonnets en fer recouverts d'un tulle avec à sa base, un cadre en bois permettant de le stabiliser. A son sommet, nous avons placé un aspirateur à bouche pourvu d'un appât (morceau de viande) (Fig.9). Ce piège est ensuite accroché à l'intérieur de la cage au dessus du cadavre.



**Fig.7. Piège à fosse (photo originale) Fig.8. Coléoptères récoltés dans le piège à fosse**



**Fig.9. Piège à émergence (photo originale)**

#### **2.4. Les paramètres physiques étudiés**

Afin d'avoir des résultats plus précis sur l'activité de la faune nécrophage récoltée, nous avons installé une station météorologique de type IHM (Fig.10), ce dispositif est placé à proximité du site de dépôt des substrats et ce, pour enregistrer les données météorologiques essentielles à l'étude de la faune cadavérique, telle que la température.



**Fig.10. Station météorologique (photo originale)**

## **2.5. Préparation des insectes récoltés**

Les spécimens récoltés chaque jour (Annexe 1) sont placés dans le congélateur pendant 5 minutes environ ou plus, afin de les tuer. Les insectes sont ensuite piqués pour être mis dans une boîte de collection.

Les informations présentes sur l'étiquette doivent permettre de déterminer la date et le lieu où l'insecte a été capturé mais également, d'identifier la personne qui l'a récolté. Le nom de l'espèce est reporté après identification.

### **2.5.1. Identification des spécimens**

L'identification de la faune nécrophage adulte est réalisée sous loupe binoculaire de type OPTECH 1,5X. Les techniques de reconnaissances utilisées pour les différentes familles, genres et espèces sont exposées dans divers ouvrages que nous avons consulté (Zimmerman, 1939 ; Peacock, 1993 ; Hastir & Gaspar, 2001 ; Jameson & Ratcliffe, 2002 ; Wyss & Cherix, 2006 ; Hagadorn & Price, 2012 ; Hackston, 2012 ; Szpila, 2012). Néanmoins, les principaux critères retenus portent essentiellement sur la nervation alaire, la forme et la couleur du corps, la couleur des stigmates respiratoires, celle de la tête et des soies situées à son niveau. Les critères d'identification de chacune des espèces récoltées sont présentés dans les résultats (Cf. Chapitre 3).

## **2.6. Exploitation et analyse des résultats**

Pour les méthodes d'analyse des données, elles sont diverses et variées. Elles dépendent des méthodes d'échantillonnages et de l'objectif qu'on veut atteindre. Daget (1976) propose pour l'étude des communautés animales, surtout celle des insectes, d'effectuer des analyses des indices écologiques pour mieux connaître la faune étudiée. Une expérience biologique est, peut-on dire, une action au moins partiellement contrôlée, sur tout ou une partie d'un matériel vivant. Le résultat attendu décrit en terme quantitatif ou numérique peut faire l'objet d'une interprétation (Lellouch & Lazar, 1974). Dans ce contexte, nous avons exploité nos résultats par des indices écologiques de composition telle la distribution d'abondance ; des indices écologiques de structure tel l'indice de Shannon-Waever et l'équitabilité. Nous avons également utilisé l'analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur pour comparer l'activité des Calliphoridae.

## 2.6.1. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

### 2.6.1.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm)

Par définition, la richesse totale est le nombre d'espèces que compte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Elle représente un des paramètres fondamental, caractéristique d'un peuplement.

Selon Blondel (1979), la richesse totale est le nombre des espèces du peuplement. Selon ce même auteur, la richesse moyenne S est le nombre des espèces enregistrées pour chacun des cadavres animaux et par saison.

$$S_m = \sum n_i / NR$$

$\sum n_i$  : la somme des espèces recensées lors de chaque relevé.

NR : le nombre total des relevés.

Pour la présente étude, la richesse totale est le nombre total des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés.

### 2.6.1.2. L'abondance relative F (%)

L'abondance relative est le pourcentage des individus de l'espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus N, toutes espèces confondues (DAJOZ, 2000). Selon Frontier (1983), l'abondance relative ( $p_i = n_i/N$  ou  $n_i =$  effectif de l'espèce de rang i, N= effectif total) des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné.

$$F (\%) = \frac{n_i \times 100}{N}$$

$n_i$  : nombre d'individus d'une espèce i.

N : nombre total d'individus toutes espèces confondues.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce.

## **2.6.2. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques de structure**

### **2.6.2.1. Indice de diversité de Shannon-Waever et équitabilité**

Selon Ramade (1984), la diversité informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon mais aussi sur la manière dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Dajet, 1979).

D'après (Ramade, 1984), l'indice de diversité de Shannon-Waever est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

$H'$  : est l'indice de diversité exprimé en unité bits

$P_i$  : représente la probabilité de rencontrer l'espèce, il est calculé par la formule suivante :  $P_i = n_i / N$

$n_i$  : nombre d'individus d'une espèce  $i$ .

$N$  : effectifs ou nombre total d'individus de la collection

$\log_2$  : est le logarithme à base 2

L'indice de Shannon-Waever  $H'$  ne se calcul pas par l'effectif total mais par la proportion de chaque individu  $p_i$ . Par ailleurs, il a l'avantage d'être indépendant de la taille de l'échantillon.

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité des espèces de chacune des saisons prise en considération. Si cette valeur est faible, le milieu est pauvre en espèces, ou bien défavorable aux espèces nécrophages. Par contre, si cet indice est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces et qu'il leur est favorable.

### **2.6.2.2. Indice d'équirépartition appliqué à la faune nécrophage**

L'indice d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observé  $H'$  à la diversité maximale  $H'_{\max}$  (Blondel, 1979).

La diversité maximale ( $H'_{\max}$ ) exprimée en bits est représentée par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

$S$  est la richesse totale des espèces.

La valeur de l'équirépartition E varie entre 0 et 1. Lorsque E tend vers 0 cela signifie que les espèces récoltées ne sont pas en équilibre entre elles. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Si par contre, les valeurs de E tendent vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre elles, leurs abondances sont très voisines.

### **2.6.3. Exploitation des résultats par l'analyse de la variance (ANOVA)**

Nous avons utilisé le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification, modèle fixe. Ce test consiste à comparer les moyennes de plusieurs populations à partir de données d'échantillons aléatoires, simples et indépendants (Dagnélie, 2006 in Mezedjri, 2008). La réalisation de ce test s'est faite à l'aide du logiciel XLSTAT (2016).

Outre l'étude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légale, nous envisageons également d'étudier l'activité saisonnière des Diptères Calliphoridae. Pour ce faire, nous avons comparé, pour chacune des saisons, les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (mouches bleues du genre *Calliphora* et mouches vertes des genres *Lucilia* et *Chrysomya*). La comparaison de ces moyennes permet de voir s'il y a une différence significative entre l'arrivée de ces deux types de Calliphoridae (mouches bleues et mouches vertes).

La réalisation du test se fait, soit en comparant la valeur de F observée avec la valeur théorique  $F_{1-\alpha}$  correspondante, extraite à partir de la table F de Fisher pour un niveau de signification  $\alpha=0,05$  ou  $0,01$  ou  $0,001$  et pour K1 et K2 degrés de liberté ; soit en comparant la valeur de la probabilité p avec toujours les différentes valeurs  $\alpha=5\%$  ou  $1\%$  ou  $0,1\%$ .

Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau  $\alpha=0,05$  ou  $0,01$  ou  $0,001$ , on dit conventionnellement que l'écart observé entre les moyennes est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un, deux ou trois astérisques (Dagnélie, 2006 in Mezedjri, 2008).

## CHAPITRE 3 : RESULTATS

### 3. 1. Structure de la faune nécrophage

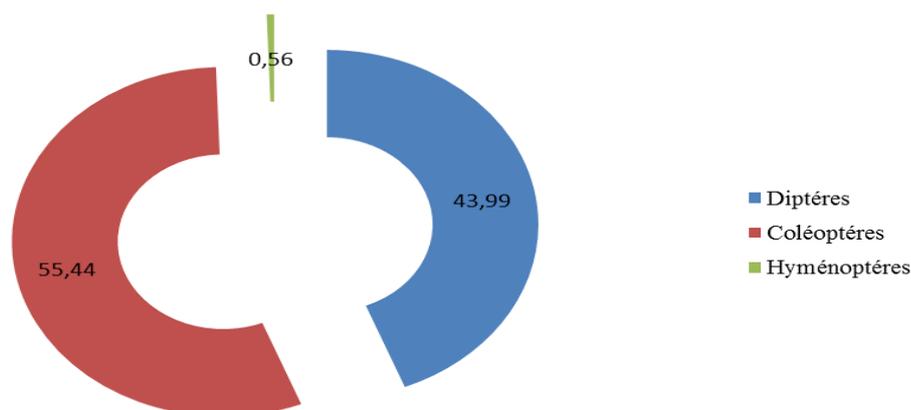
#### 3. 1. 1. Inventaire systématique observé au cours des quatre saisons

Quatre expériences (printemps, été, automne et hiver) ont été menées en milieu ouvert avec quatre cadavres de chiens. Durant toute notre période d'expérimentation, nous avons réussi à capturer un total de 2132 insectes nécrophages appartenant à trois ordres. Celui des Diptères et celui des Coléoptères avec respectivement 43,99% (938 spécimens) et 55,44% (1182 spécimens), soit 99,43% de la faune totale capturée. L'ordre des Hyménoptères est faiblement représenté avec 12 spécimens soit 0,56% (Fig.11).

L'identification a révélé 14 familles d'insectes nécrophages, 6 appartenant à l'ordre des Diptères, 7 à l'ordre des Coléoptères et une seule famille à celui des Hyménoptères (Tab. 1). En raison de la non disponibilité de clés d'identifications adaptées à toutes les familles retrouvées, une part des spécimens n'a pu être identifiée jusqu'à l'espèce.

La figure 11 montre que l'ordre des Coléoptères domine, il est représenté par 7 familles (Tab. 1) comportant 7 genres (*Dermestes*, *Trox*, *Silpha*, *Creophilus*, *Hister*, *Saprinus* et *Dendrophilus*) et 12 espèces (Tab. 2). Vient ensuite celui des Diptères qui comporte 6 familles (Tab. 1), 9 genres (*Calliphora*, *Lucilia*, *Chrysomia*, *Sarcophaga*, *Musca*, *Muscina*, *Hydrodea*, *Fannia* et *Anthomyia*) et 11 espèces (Tab. 2). L'ordre des Hyménoptères est représenté par une seule famille, celle des Pteromalidae avec un seul genre qui est *Nasonia*.

### Fréquences %



**Fig.11. Fréquences centésimales des trois ordres d'insectes nécrophages récoltés pendant les quatre saisons de prospection**

**Tableau 1 : Les familles et les fréquences centésimales des insectes nécrophages récoltés durant les quatre saisons**

Ordres	Familles	Effectifs	Fréquences %
<b>Diptères</b>	Calliphoridae	630	29,55
	Sarcophagidae	65	3,05
	Muscidae	91	4,27
	Fanniidae	48	2,25
	Piophilidae	100	4,69
	Anthomyidae	4	0,19
<b>Coléoptères</b>	Dermestidae	472	22,14
	Staphylinidae	94	4,41
	Trogidae	63	2,95
	Silphidae	238	11,16
<b>Hyménoptères</b>	Histeridae	234	10,98
	Cleridae	53	2,49
	Nitidulidae	28	1,31
	Pteromalidae	12	0,56
<b>Total</b>		2132	100

Sur la figure 12, on remarque que la famille qui domine est celle des Calliphoridae (29,55%) suivie par celle des Dermestidae avec 22,14%. Viennent ensuite celles des Silphidae

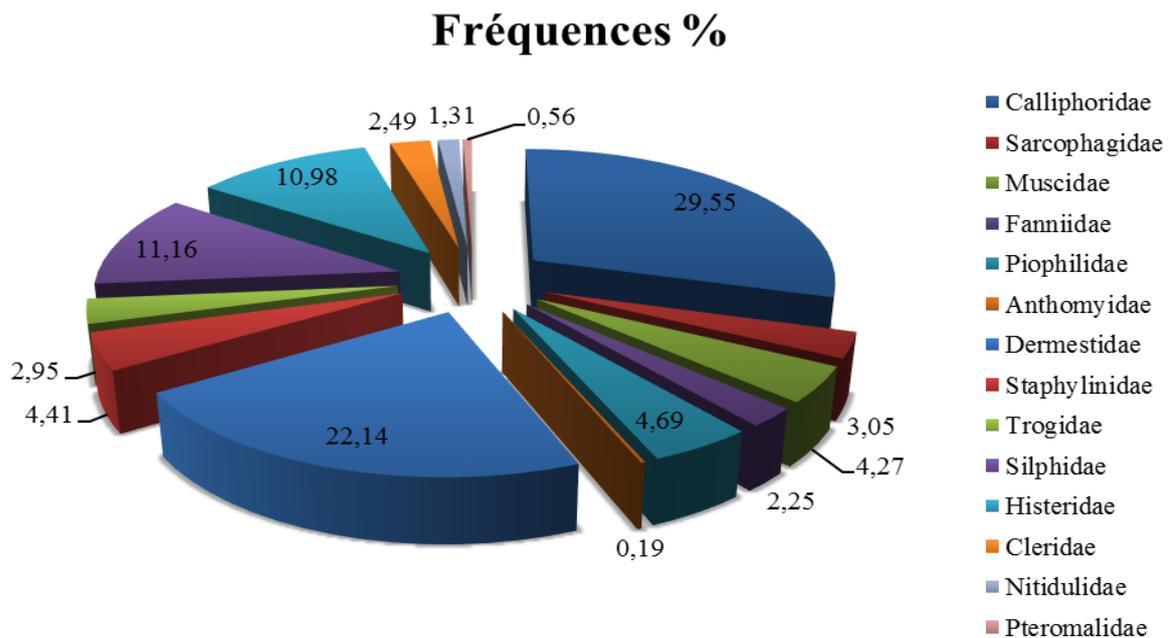
(11,16%), des Histeridae (10,98%), des Piophilidae (4,69%), des Staphylinidae (4,41%) et des Muscidae (4,27%). Les autres familles sont faiblement représentées.

Parmi les Diptères, 630 spécimens appartiennent à la famille des Calliphoridae soit 29,55%, 65 spécimens à la famille des Sarcophagidae (3,05%), 91 à la famille des Muscidae (4,27%), 48 à la famille des Fanniidae (2,25%), 100 à la famille des Piophilidae (4,69%) et 4 à la famille des Anthomyidae (0,19%) (Tab. 1), (Fig. 12).

Les 7 familles de Coléoptères sont représentées par les Dermestidae avec 472 spécimens (22,14%), les Staphylinidae avec 94 spécimens (4,41%), les Trogidae avec 63 spécimens (2,95%), les Silphidae avec 238 Spécimens (11,16%), les Histeridae avec 234 spécimens (10,98%), les Cleridae avec 53 spécimens (2,49%) et les Nitidulidae avec 28 spécimens (1,31%), (Fig. 12).

Concernant la seule famille des Hyménoptères identifiée à savoir celle des Pteromalidae (Tab. 1), elle est très peu représentée avec 12 spécimens soit 0,56% des insectes capturés (Fig. 12).

Un checklist des 23 espèces nécrophages capturées durant toute la période de prospection est présenté dans le tableau 2.



**Fig.12. Fréquences centésimales des familles d'insectes nécrophages récoltés pendant les quatre saisons**

**Tableau 2 : Checklist de toutes les espèces identifiées durant les quatre saisons**

Famille	Genre	Espèce
Calliphoridae	<i>Calliphora</i>	<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830
		<i>Calliphora vomitoria</i> Linnaeus, 1758
	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i> Meigen, 1826
		<i>Lucilia silvarum</i> Meigen, 1826
<i>Chrysomia</i>	<i>Chrysomia albiceps</i> Wiedemann, 1819	
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	<i>Sarcophaga carnaria</i> Linnaeus, 1758
Muscidae	<i>Musca</i>	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758
	<i>Muscina</i>	<i>Muscina stabulans</i> Fallén, 1817
	<i>Hydrotaea</i>	<i>Hydrotaea dentipes</i> Fabricius, 1805
Fanniidae	<i>Fannia</i>	<i>Fannia scalaris</i> Fabricius, 1794
Anthomyiidae	<i>Anthomyia</i>	<i>Anthomyia pluvialis</i> Linnaeus, 1758
Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes peruvianus</i> Laporte de Castelnau, 1840
Trogidae	<i>Trox</i>	<i>Trox hispidus</i> Pontoppidan, 1763
Silphidae	<i>Silpha</i>	<i>Silpha rugosa</i> Linnaeus, 1758
		<i>Silpha obscura</i> Linnaeus, 1758
		<i>Silpha sinuatus</i> Fabricius, 1775
Staphylinidae	<i>Creophilus</i>	<i>Creophilus maxillosus</i> Linnaeus, 1758
Histeridae	<i>Hister</i>	<i>Hister unicolor</i> Linnaeus, 1758
		<i>Hister purpurascens</i> Herbst, 1792
		<i>Hister quadrimaculatus</i> Linnaeus, 1758
		<i>Hister illigeri</i> Duftschmid, 1805
	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus semistriatus</i> Scriba, 1790
		<i>Saprinus aeneus</i> Fabricius, 1775

### 3.2 Résultats sur la biodiversité des taxons identifiés

#### 3.2.1 Critères morphologiques de détermination des familles et espèces

Après avoir déterminé, sur la base de critères morphologiques, les espèces recensées sur les quatre cadavres animaux prospectés, des descriptions et des photographies sont utilisées pour illustrer les espèces de la faune nécrophage.

Les insectes nécrophages inventoriés dans notre étude appartiennent principalement à trois ordres différents : les Diptères ; les Coléoptères et les Hyménoptères

##### 3.2.1.1. Ordre des Diptères

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.

Cet ordre est principalement divisé en deux sous ordres : les Nématocères et les Brachycères (dont les Orthorrhaphes et les Cyclorrhaphes). Les Diptères nécrophages appartiennent aux Cyclorrhaphes.

### **3.2.1.1.1. Famille des Calliphoridae**

Les mouches appartenant à cette famille sont souvent observées autour des cadavres. Ce sont des mouches de taille moyenne à grande variant de 4 à 16mm. La tête et le corps possèdent de longues soies, avec un dimorphisme sexuel au niveau des yeux. Ceux des mâles sont très rapprochés alors que ceux des femelles sont nettement séparés.

La majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir. Chez l'adulte, au niveau du thorax, le mesonotum présente quelques rangées de fortes soies, connues sous le nom de macrochètes en nombre de deux. Les notopleures possèdent 2 soies bien développées (macrochètes notopleuraux). Une longue pilosité dorée sur le thorax permet de les reconnaître. Sur le troisième article antennaire l'arista insérée, se montre plumeuse notamment sur sa partie dorsale.

Nous avons capturé cinq espèces à savoir : *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum* et *Chrysomia albiceps*. Les espèces du genre *Calliphora* sont de couleur bleu. Celles des genres *Lucilia* et *Chrysomia* sont de couleur vert métallique. Nous présentons ci-dessous les principaux critères ayant permis de les identifier. Les ouvrages cités dans matériel et méthodes (Cf. Chapitre 2) nous ont permis de déterminer ces espèces.

- ***Calliphora vicina*** Robineau-Desvoidy, 1830
  - Mouches de couleur bleue métallique (Fig.13).
  - Basicosta de l'aile orange ou brunâtre (Fig.14a).
  - Poils de couleur noire sur les joues et la partie inférieure de la tête (Fig.14b).



Fig.13. *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (photo originale)

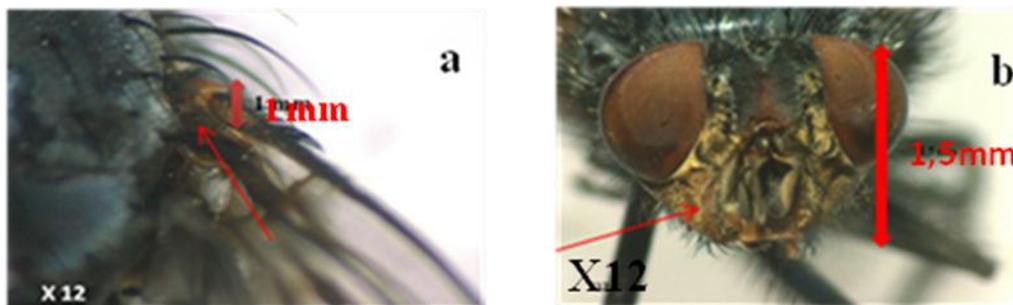


Fig.14. Basicosta de l'aile (a) et tête (b) de *Calliphora vicina* (photo originale)

- *Calliphora vomitoria* Linnaeus, 1758

-Mouche de couleur bleue métallique.

-Basicosta de l'aile noire (Fig.15a).

-Poils roux sur les joues et la partie inférieure de la tête (Fig.15b).

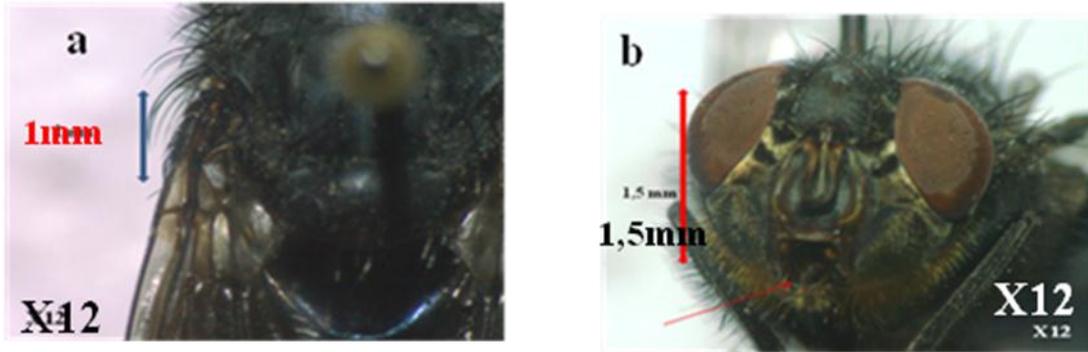


Fig.15. Basicosta de l'aile (a) et tête (b) de *Calliphora vomitoria* (photo originale)

- *Lucilia sericata* Meigen, 1826

-Mouche de couleur verte (Fig.16).

-Basicosta de l'aile blanche ou jaunâtre.

-Tête de couleur grise avec des poils noirs.

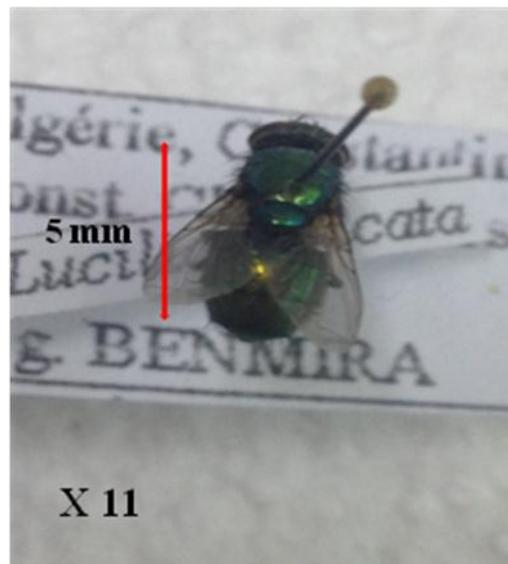


Fig.16. *Lucilia sericata* Meigen, 1826 (photo originale)

- *Lucilia silvarum* Meigen, 1826

-Mouche de couleur verte (Fig.17).

-Basicosta noire ou brune foncée.

-Tête de couleur grise avec des poils noirs.

-Sclérite sous-costal glabre, sans poils (Fig.18).



Fig.17. *Lucilia silvarum* Meigen, 1826



Fig.18. Sclérite sous-costal de l'espèce *Lucilia silvarum*

- *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819

-Corps vert métallique (Fig.19a).

-Tête de couleur blanchâtre avec des poils blancs sur les joues et la partie inférieure de la tête (Fig.19b).

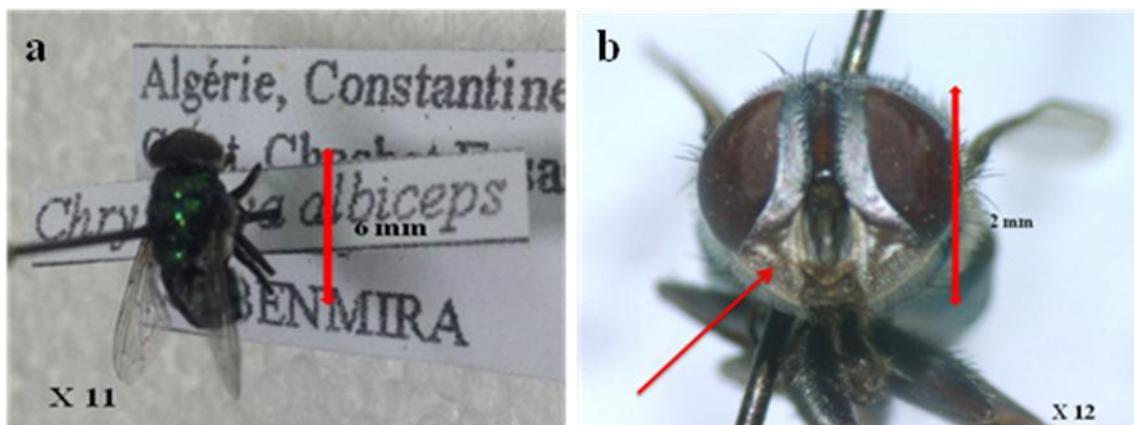


Fig.19. *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819 (photo originale)

### 3.2.1.1.2. Famille des Sarcophagidae

Les Sarcophagidae sont souvent désignées sous le terme de mouches à viande ou mouches à damier du fait qu'elles possèdent un abdomen qui porte le plus souvent ce motif. Parfois elles ont des bandes ou des taches grises ou noires sur le dos du thorax. Aucune espèce ne porte des couleurs métalliques Ce sont des mouches au corps robuste comme les Calliphoridae mais elles en diffèrent par leurs teintes grisâtre et terne. Leurs tailles varient de 2mm à 22mm suivant les espèces. Au niveau du thorax, la dépression de forme triangulaire notopleurale apparait avec trois ou quatre macrochètes. Au niveau de l'antenne l'arista est non plumeuse. Dans la présente étude la famille des Sarcophagidae est représentée par la seule espèce *Sarcophaga carnaria* (Fig.20).

- *Sarcophaga carnaria* Linnaeus, 1758

- Tête noire avec une pruinosité argentée.
- Yeux rouges brunâtres.
- Large front avec une bande frontale noire.
- Antennes noires avec une teinte brun-rougeâtre sur les articles basaux.
- Thorax noir avec cinq bandes longitudinales noires et larges.
- L'abdomen est de couleur noire avec des dessins en damier (Fig.21).

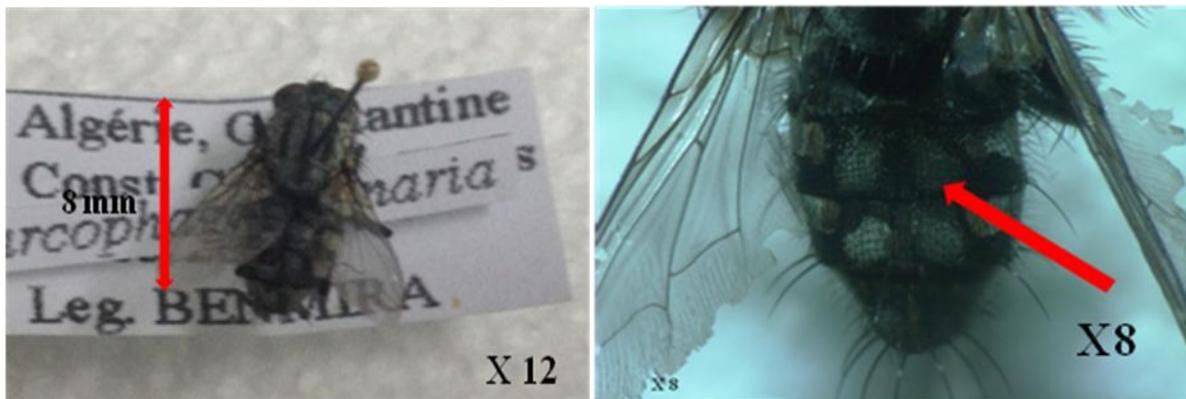


Fig.20. *Sarcophaga carnaria* Linnée, 1758 Fig.21. Abdomen en damier de *S. carnaria* (photos originales)

### 3.2.1.1.3. Famille des Muscidae

Se sont des mouches de taille plus modeste allant de 3 à 10mm, les adultes sont relativement discrets du point de vue coloration. Généralement de couleur terne, mais aussi assez variable, du jaune orange au gris, brun ou noir et très rarement avec une coloration métallique (Fig.6). De nombreuses espèces sont ubiquistes. Les larves sont des asticots

cylindriques, plus fins vers l'avant et arrondis en arrière avec des crochets buccaux fusionnés ou étroitement accolés (Wyss & Cherix, 2006).

- ***Musca domestica*** Linnaeus, 1758

-Taille variant de 5 à 8mm de long (Fig.22).

-Thorax gris avec quatre lignes noires longitudinales sur le dos.

-Face ventrale de l'abdomen de couleur grise.

-Corps entier recouvert de soies.

-Yeux de couleur rouge.



**Fig.22. *Musca domestica* (photo originale)**

- ***Muscina stabulans*** Fallén, 1817

-Mouche de couleur terne (Fig.23).

-Longueur moyenne de 8 millimètres.

-Thorax contenant quatre bandes sombres caractéristiques.

-Tache pâle au-dessus du thorax.

-Abdomen entièrement noir ou bien noir avec des cotés rouges.

-Tête gris foncé.



**Fig.23. *Muscina stabulans* Fallén, 1817, (photo originale)**

- ***Hydrotaea dentipes* Fabricius, 1805**

-Corps brun métallique (Fig.24).

-Thorax avec une poussière blanchâtre bien visible.

-Tibia moyen avec une pubescence fine et dense (plus courte que la largeur du tibia) sur presque toute sa longueur.

-Tibia postérieur avec seulement 2-3 poils antéroventral plutôt courts.

-Fémur moyen avec de nombreux poils setulose à la base, plusieurs sont plus de deux fois plus longs que le fémur (6,5-7,75mm).



**Fig.24. *Hydrotaea dentipes* Fabricius, 1805 (photo originale)**

#### **3.2.1.1.4. Famille des Fanniidae**

Mouches de petite taille (4 à 9mm) de couleur grise foncée à noire, parfois avec des taches jaunâtres sur l'abdomen. Elles ont une nervation alaire bien particulière.

- *Fannia scalaris* Fabricius, 1794

-Mouche de couleur noire avec un pelage gris argenté sur le thorax et l'abdomen (Fig.25).

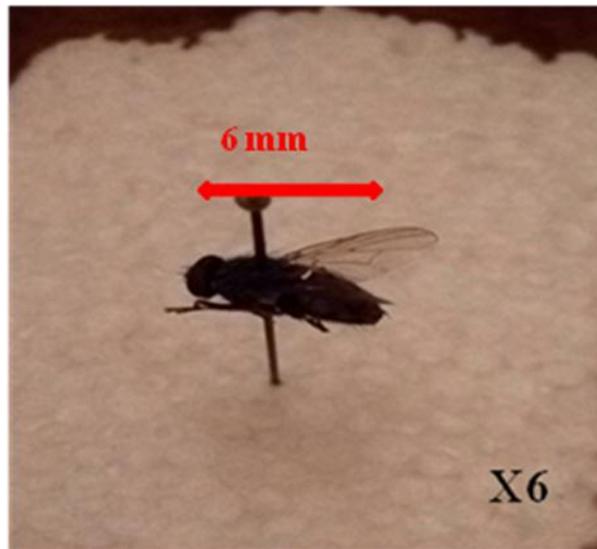
-Petite taille (6 à 7mm).

-Ailes claires et calyptères jaunâtres ; la quatrième veine sur l'aile est droite.

-L'abdomen dorsal a une bande médiane foncée qui produit une série de marques triangulaires avec les bandes transversales disposées en segments.

-Thorax a trois bandes longitudinales.

-Les coxae ont deux soies à l'apex.



**Fig.25. *Fannia scalaris* Fabricius, 1794 (photo originale)**

### 3.2.1.1.5. Famille des Anthomyidae

Se sont des mouches dont la taille varie de 5 à 6mm, de couleur noirâtre ou grisâtre. Elles sont caractérisées par l'absence de soies hypopleurales sur le méron. La nervure anale atteignant le bord de l'aile. La seule espèce que nous avons identifiée est représentée par :

- *Anthomyia pluvialis* Linnaeus, 1758

-Petite mouche reconnaissable à ses dessins noirs sur fond gris pâle (Fig.26).

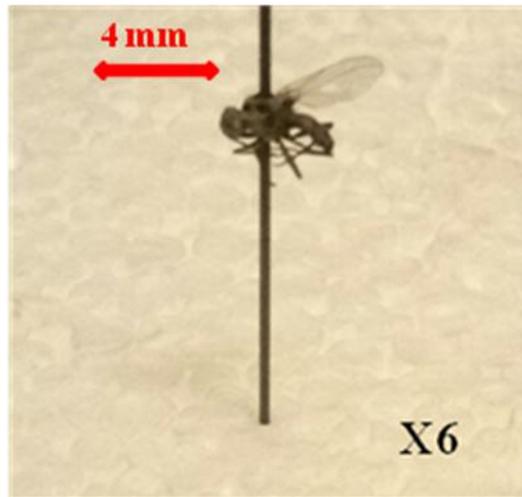


Fig.26. *Anthomyia pluvialis* Linnaeus, 1758 (photo originale)

### 3.2.1.2. Ordre des Coléoptères

#### 3.2.1.2.1. Famille des Dermestidae

Coléoptères de taille moyenne entre 4 et 12 mm. Leur tête est plutôt petite avec un ocelle médian. Les antennes possèdent de 5 à 11 segments avec une massue terminale distincte. Les élytres recouvrent complètement l'abdomen. Leur corps est presque toujours recouvert de poils ou d'écailles.

- *Dermestes peruvianus* Laporte de Castelnau, 1840

-Taille moyenne de 6mm à peu près (Fig.27a).

-Corps recouvert de poils blancs (Fig.27b).

-L'abdomen contient 5 segments abdominaux.



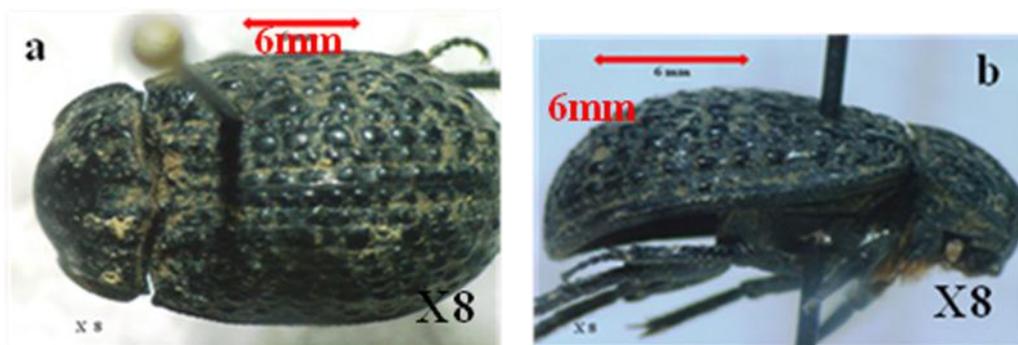
Fig.27. *Dermestes peruvianus* Laporte de Castelnau, 1840 (photo originale)

### 3.2.1.2.2. Famille des Trogidae

- Corps en ovale convexe, à surface dorsale inégale.
- Tête à pièces buccales visibles d'au dessus, le labre articulé sur le clypéus.
- Antennes de dix articles.
- Elytres recouvrant le pygidium.
- Abdomen à cinq sternites visibles.
- Edéage à lobe basal en général court et plus ou moins globuleux, portant deux fortes valves au bord distal.
- Lobe médian sclérifié, grand à bord antérieur plus ou moins arrondi ou échancré.

- *Trox hispidus* Pontoppidan, 1763

- Corps d'une longueur de 6 à 11mm (Fig.28).
- La surface dorsale est convexe et très rugueuse, avec des crêtes et des tubercules (Fig.28), de couleur brun foncé.
- Présence de poils blancs jaunâtres pâle sur le corps et les pattes.



**Fig.28. *Trox hispidus* Pontoppidan, 1763 (photo originale)**

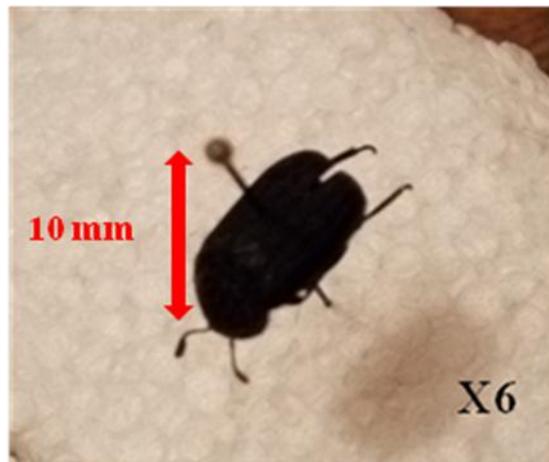
### 3.2.1.2.3. Famille des Silphidae

Coléoptères de taille moyenne à grande (7-45mm), de couleur foncée. Les antennes présentent 11 articles largement écartées à la base et insérées sur les cotés du front, souvent épaissies aux extrémités ou terminées par une massue.

- *Silpha rugosa* Linnaeus, 1758

- Taille moyenne de 9 à 10 mm.

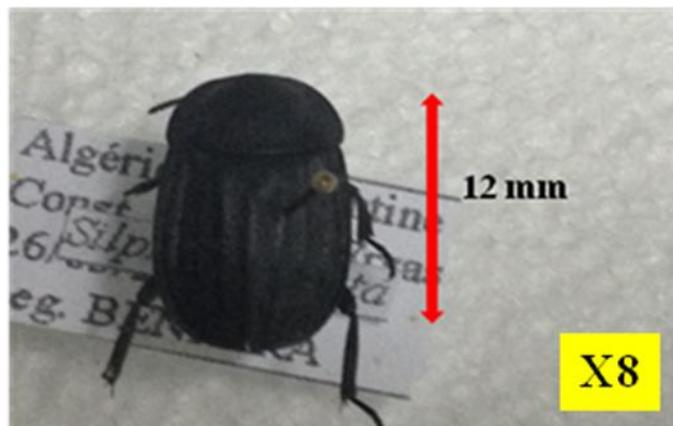
- Corps noir aplati (Fig.29).
- Elytres raboteuses avec trois lignes élevées.
- Corselet raboteux, sinué postérieurement.



**Fig.29. *Silpha rugosa* Linnaeus, 1758 (photo originale)**

- *Silpha obscura* Linnaeus, 1758

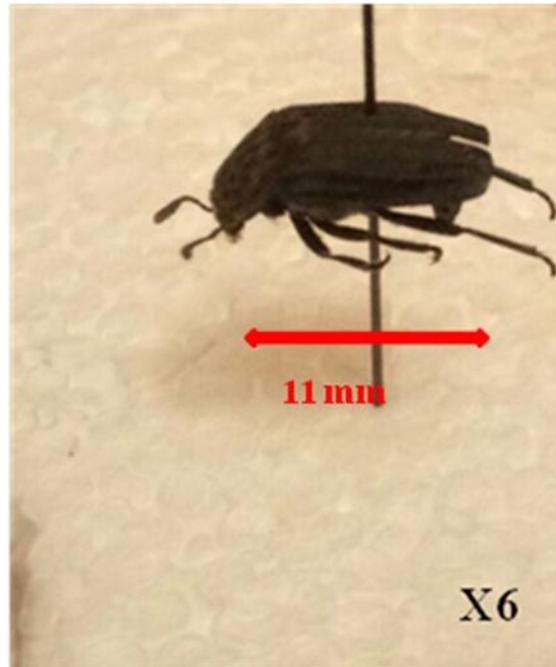
- Corps noir, un peut convexe (Fig.30).
- Elytres pointillées, avec trois lignes élevées, peu marquées.



**Fig.30. *Silpha obscura* Linnaeus, 1758 (photo originale)**

- *Silpha sinuatus* Fabricius, 1775

- Corps noir allongé.
- La tête et l'extrémité de l'abdomen de couleur claire.
- Thorax granuleux.



**Fig.31. *Silpha sinuatus* Linnaeus, 1758 (photo originale)**

#### **3.2.1.2.4. Famille des Staphylinidae**

Coléoptères caractérisés par la brièveté des élytres, ne recouvrant généralement que les deux premiers segments abdominaux. Ces Coléoptères semblent être constitués de 4 parties, les trois premières égales, soit la tête, le thorax et les élytres, la quatrième représentant la partie exposée de l'abdomen aussi longue que les trois premières réunies.

Abdomen très mobile, souvent relevé pendant la marche. Antennes contenant 11 articles.

- *Créophylus maxillosus* Linnaeus, 1758

-Abdomen contenant des poils blancs ou jaunes formant des motifs sur la partie dorsale et ventrale (Fig.32).

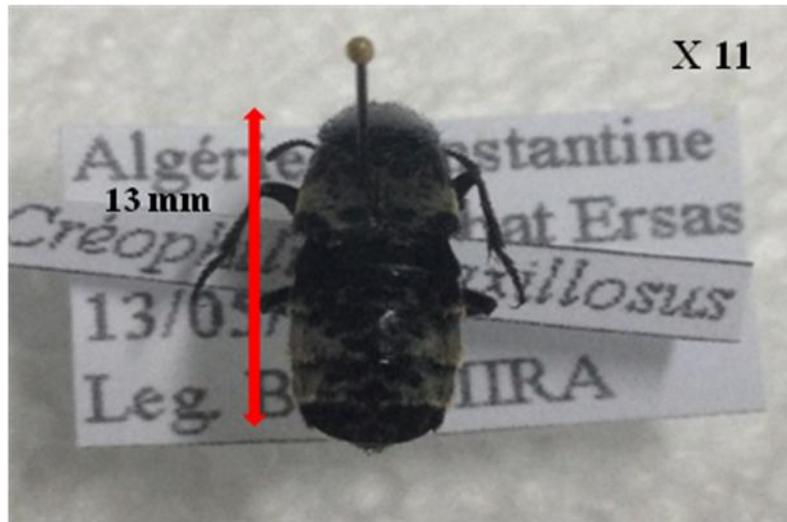


Fig.32. *Creophilus maxillosus* Linnaeus, 1758 (photo originale)

### 3.2.1.2.5. Famille des Histeridae

Petits Coléoptères d'une taille inférieure à 10mm, de couleur souvent noire brillante, de forme ovoïde.

- *Hister unicolor* Linnaeus, 1758

-Taille variant entre 6 et 10mm de longueur (Fig.33).

-Elytres noirs, sans taches rouges, avec une ou deux stries subhumérales bien développées.

-Tête courte ovale.

-Tibia avant avec 3-4 dents.



Fig.33. *Hister unicolor* Linnaeus, 1758 (photo originale)

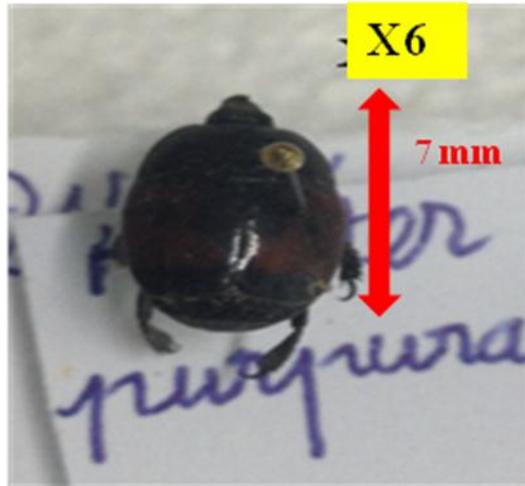
- *Hister purpurascens* Herbst, 1792

-Petit Coléoptère de couleur noir, très luisant.

-L'extrémité des antennes est roussâtre.

-Les élytres ont chacune quatre stries, et une tache rouge purpurin (Fig.34).

-Les jambes antérieures ont plusieurs dents.



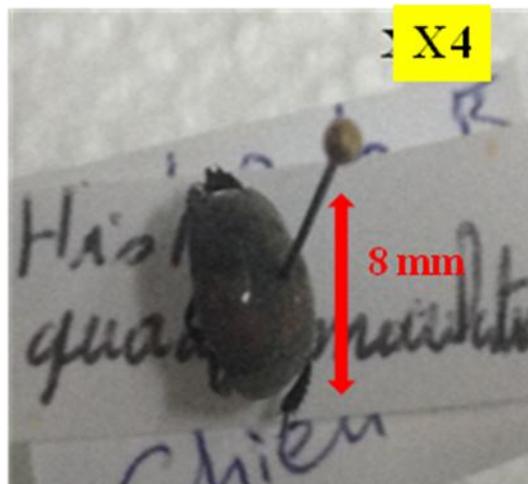
**Fig .34.** *Hister purpurascens* Herbst, 1792 (photo originale)

- *Hister quadrimaculatus* Linnaeus, 1758

-Coléoptère de 7 à 11mm de longueur (Fig.35).

-Elytres avec quatre taches rouges, qui sont souvent fusionnées formant une forme de croissant.

-Tibia avant à trois dents et avec une série de rides transversales sur le dessous.



**Fig.35.** *Hister quadrimaculatus* Linnaeus, 1758 (photo originale)

- *Hister illigeri* Duftschmid, 1805

-Coléoptère de 6 à 8,5mm de longueur.

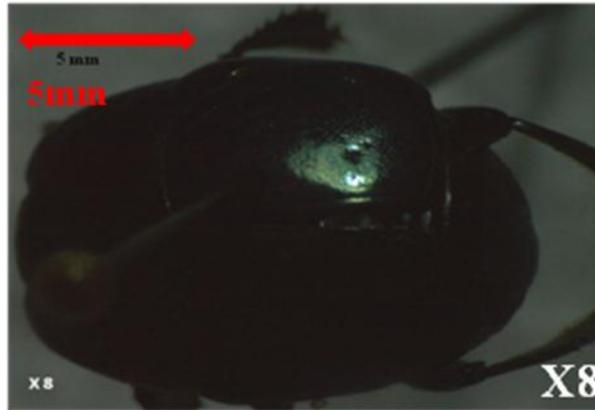
-La troisième dent (basale) du tibia avant contient une crête sur le dessous.

-Taches rouges sur les élytres formant un croissant.

-Les stries internes près du bord du pronotum vont presque jusqu'à la base du pronotum, étant environ deux fois plus longues que celles qui se trouvent juste au bord.

- *Saprinus semistriatus* Scriba, 1790

-Mésoternum régulièrement couvert de gros points espacés (Fig.36).

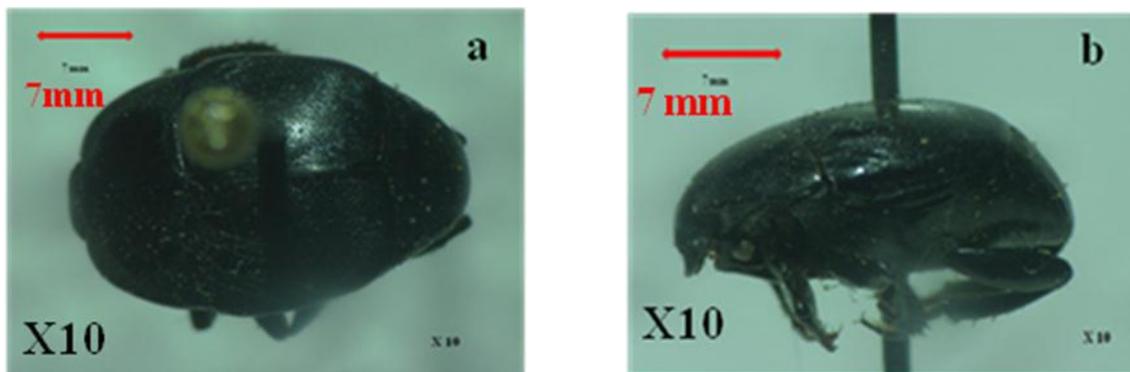


**Fig.36. *Saprinus semistriatus* Scriba, 1790 (photo originale)**

- *Saprinus aeneus* Fabricius, 1775

-Longueur du corps 7 mm .

-Couleur métallique qui tire sur le vert.



**Fig.37. *Saprinus aeneus* Fabricius, 1775 (photos originales)**

### 3.2.1.3. Ordre des Hyménoptères

Ils sont pourvus de quatre ailes membraneuses et de pièces buccales de type broyeur-lécheur. La tête est séparée du thorax par un coup très mince. On trouve des guêpes parasitoïdes de la famille des Pteromalidae, notamment le genre *Nasonia* (Fig.38) qui pondent leurs œufs dans les pupes de Diptères Calliphoridae.



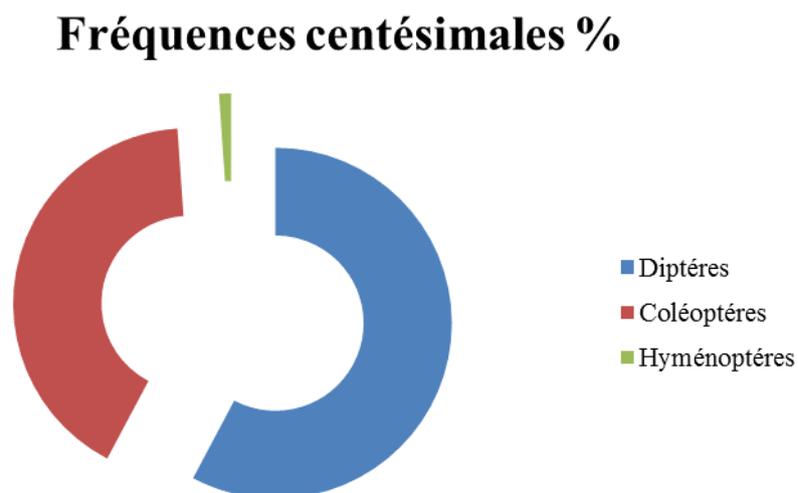
**Fig.38. *Nasonia* sp. (photo originale)**

### **3.3. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré au printemps**

L'échantillonnage a débuté le premier jour de la mise en cage du cadavre soit le 05.04.2012 et s'est terminé lors du dessèchement total de ce dernier soit le 08.05.2012.

Ces investigations d'une durée de 34 jours nous ont permis de récupérer 724 insectes nécrophages.

Parmi la faune nécrophage capturée, 57,73% appartiennent à l'ordre des Diptères, 41,16% à l'ordre des Coléoptères et 1,10% à l'ordre des Hyménoptères (Fig. 39). Donc l'ordre des Diptères domine durant cette saison et celui des Hyménoptères est très faiblement représenté.



**Fig.39. Fréquences centésimales des trois ordres d'insectes nécrophages récoltés pendant la saison printanière**

### 3.4. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré en été

L'investigation a débuté le 07.07.2012 et s'est terminée le 17.07.2012. La décomposition du substrat a donc duré 11 jours ; ce qui correspond à la décomposition cadavérique dans son intégralité. A l'issue de ces investigations, un total de 54 spécimens a été capturé appartenant principalement à deux ordres, celui des Diptères avec 42 spécimens soit 77,77% et celui des Coléoptères avec 12 spécimens soit 22,22% (Fig.40). Nous remarquons que le nombre de Diptères est quatre fois plus important que celui des Coléoptères. L'ordre des Hyménoptères est absent pour cette saison.

#### Fréquences centésimales %

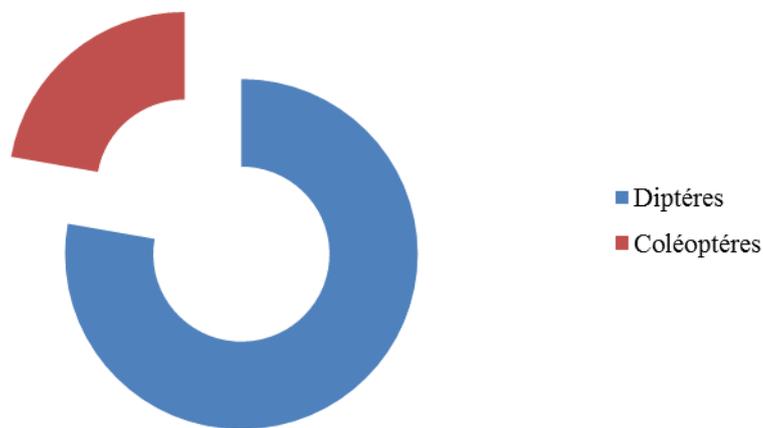


Fig.40. Fréquences centésimales des deux ordres d'insectes nécrophages récoltés en été

### 3.5. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré en automne

L'investigation a commencé le 12.12.2012 pour se terminer le 02.01.2013 soit une durée de 22 jours. Nous avons réussi à récolter un total de 58 spécimens appartenant aux deux principaux ordres, celui des Diptères avec 47 spécimens soit 81,03%, et celui des Coléoptères avec 11 spécimens soit 18,96% (Fig. 41).

Similairement aux deux saisons précédentes (printemps et été), nous remarquons que les Diptères représentent l'ordre le mieux représenté. L'ordre des Hyménoptères est également absent pour cette saison.

## fréquences relatives %



**Fig.41. Fréquences centésimales des deux ordres d'insectes nécrophages récoltés en automne**

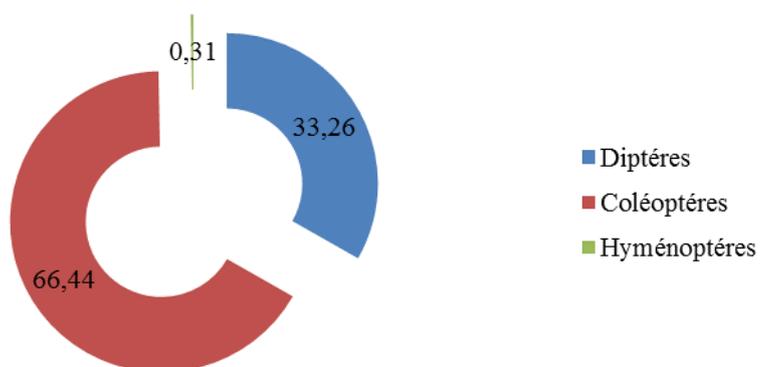
### 3.6. Echantillonnage de la faune nécrophage sur le cadavre récupéré en hiver

La décomposition cadavérique a commencé à la fin de l'hiver et s'est terminée au printemps. En effet, l'échantillonnage a débuté le 11.03.2013 et s'est terminé le 20.05.2013. Ces investigations d'une durée de 71 jours nous ont permis de récolter 1296 insectes nécrophages.

La faune récoltée appartient principalement à trois ordres différents, celui des Diptères avec 33,26% (431 spécimens), celui des Coléoptères avec 66,44% (861 spécimens) et celui des Hyménoptères avec 0,31% (4 spécimens) (Fig. 42).

Contrairement aux trois autres saisons (printemps, été et automne) où l'ordre des Diptères domine la faune récoltée, nous constatons qu'en hiver, l'ordre le mieux représenté est celui des Coléoptères. Par ailleurs, le nombre de spécimens récoltés est le double de celui des Diptères. L'ordre des Hyménoptères est très faiblement représenté.

## Fréquences centésimales (%)



**Fig.42. Fréquences centésimales des trois ordres d'insectes nécrophages récoltés en hiver**

### 3.7. Décomposition cadavérique

Dans la présente étude, nous avons suivi la décomposition de quatre cadavres de chiens durant les quatre saisons. Les périodes et la durée des expérimentations ainsi que le poids des cadavres utilisés sont mentionnés dans le tableau 3.

**Tableau 3: Poids et durées de décomposition des quatre cadavres**

Année	Période	Poids	Début	Fin	Durée
2012	Printemps	15 kg	05.04.2012	08.05.2012	34 jours
2012	Eté	13,4 kg	07.07.2012	17.07.2012	11 jours
2012	Automne	13 kg	12.12.2012	02.01.2013	22 jours
2013	Hiver	16 kg	11.03.2013	20.05.2013	71 jours

#### 3.7.1. Stades de décomposition

Le suivi du processus de décomposition nous a permis de déterminer les durées des différents stades de dégradation des quatre cadavres utilisés (Tab. 4), (Fig.43).

**Tableau 4 : Durée des différents stades de décomposition des quatre cadavres**

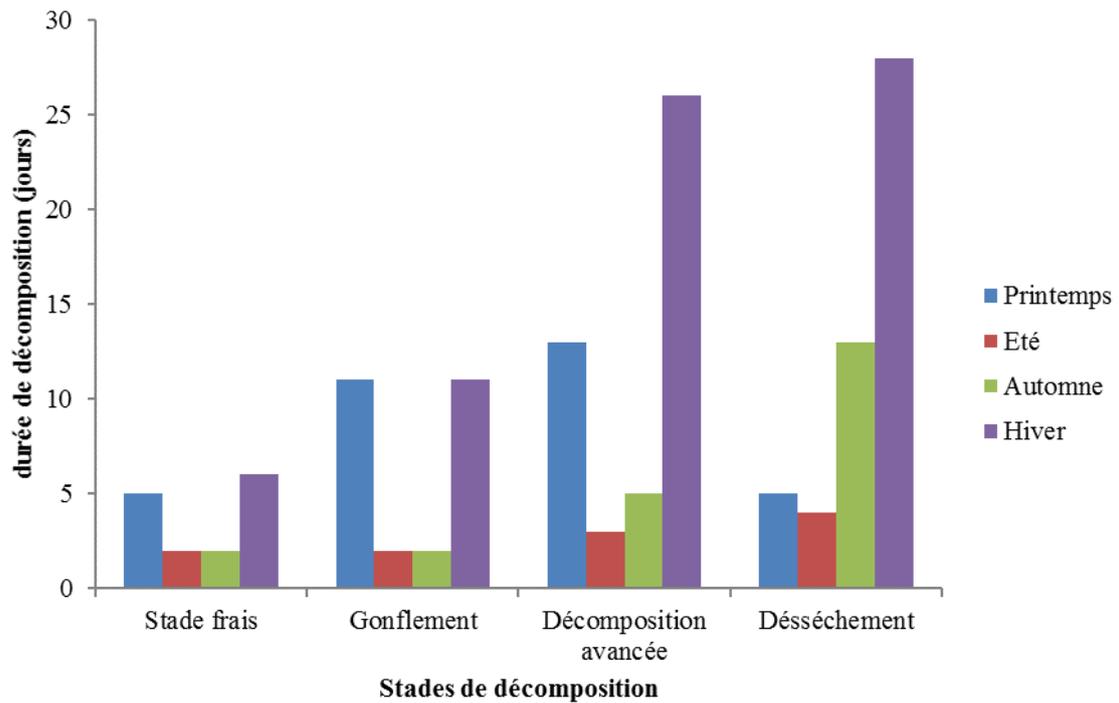
	<b>Cadavre du Printemps</b>	<b>Cadavre d'été</b>	<b>Cadavre d'automne</b>	<b>Cadavre d'hiver</b>
<b>Stade frais</b>	du 05.04.2012 au 09.04.2012 <b>(5 jours)</b>	Du 07.07.2012 au 08.07.2012 <b>(2 jours)</b>	Du 12.12.2012 au 13.12.2012 <b>(2 jours)</b>	Du 11.03.2013 au 16.03.2013 <b>(6 jours)</b>
<b>Gonflement</b>	du 10.04.2012 au 20.04.2012 <b>(11 jours)</b>	Du 09.07.2012 au 10.07.2012 <b>(2 jours)</b>	Du 14.12.2012 au 15.12.2012 <b>(2 jours)</b>	Du 17.03.2013 au 27.03.2013 <b>(11 jours)</b>
<b>Décomposition Avancée</b>	du 21.04.2012 au 03.05.2012 <b>(13 jours)</b>	Du 11.07.2012 au 13.07.2012 <b>(3 jours)</b>	Du 16.12.2012 au 20.12.2012 <b>(5 jours)</b>	Du 28.03.2013 au 22.04.2013 <b>(26 jours)</b>
<b>Desséchement</b>	du 04.05.2012 au 08.05.2012 <b>(5 jours)</b>	Du 14.07.2012 au 17.07.2012 <b>(4 jours)</b>	Du 21.12.2012 au 02.01.2013 <b>(13 jours)</b>	Du 23.04.2013 au 20.05.2013 <b>(28 jours)</b>

Le stade frais le plus long se remarque en hiver, il dure 6 jours suivi par celui de printemps qui dure 5 jours. Ceux d'été et d'automne sont les plus courts et ne durent que 2 jours.

Le stade de gonflement le plus long se remarque au printemps et en hiver, il dure 11 jours pour les deux contrairement à celui d'été et d'automne qui ne dure que 2 jours.

Le stade de décomposition avancée le plus long est celui observé en hiver avec une durée de 26 jours suivi par celui du printemps (13 jours). En été, ce stade est le plus court avec une durée de 3 jours seulement.

Le stade de desséchement le plus long se remarque également en hiver avec une durée de 28 jours, suivi par celui d'automne (13 jours). Au printemps et en été, ce stade est court avec respectivement une durée de 5 et 4 jours.



**Fig.43. Durée des stades de décomposition des quatre cadavres expertisés**

Concernant l'état des quatre cadavres de chien pour chacun des stades de décomposition, au cours des saisons, nous les présentons sur les figures 44, 45, 46, et 47.



Stade frais



Stade de gonflement



Stade de décomposition avancée



Stade de dessèchement

**Fig. 44. Stades de décomposition cadavérique du cadavre de printemps (photos originales)**



Stade frais



Stade de gonflement



Stade de décomposition avancée



Stade de dessèchement

**Fig.45. Stades de décomposition cadavérique du cadavre d'été (photos originales)**



Stade frais



Stade de gonflement



Stade de décomposition avancée



Stade de dessèchement

**Fig.46. Stades de décomposition cadavérique du cadavre d'automne (photos originales)**



Stade frais



Stade de gonflement



Stade de décomposition avancée



Stade de dessèchement

**Fig.47. Stades de décomposition cadavérique du cadavre d'hiver (photos originales)**

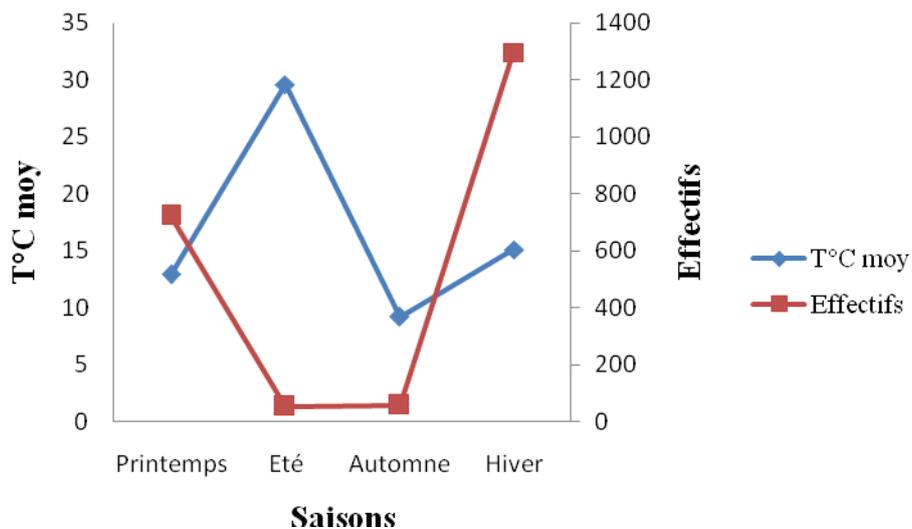
### 3.8. Influence de la température sur l'arrivée de la faune nécrophage durant les quatre saisons

Nous avons évalué l'influence de la température sur les effectifs de la faune nécrophage récoltée. Pour se faire, nous avons calculé la température moyenne de la période d'échantillonnage pour chaque saison. Les résultats sont représentés sur la figure 48.

La saison la plus chaude autrement dit l'été ( $T^{\circ}\text{C moy} = 29,6^{\circ}\text{C}$ ) est la moins riche en effectifs avec seulement 54 spécimens récoltés. Durant l'automne ( $9,18^{\circ}\text{C}$ ), l'effectif de la faune récoltée se rapproche de celui de l'été avec 58 spécimens.

Pour le printemps ( $12,92^{\circ}\text{C}$ ), nous avons réussi à récolter un total de 724 spécimens qui est 12 fois plus élevé que celui d'automne, et 13 fois plus élevé que celui d'été.

La saison la plus riche en effectifs est celle d'hiver ( $15,12^{\circ}\text{C}$ ) avec un total de 1296 spécimens.



**Fig.48. Influence de la température sur les effectifs de la faune nécrophage récoltée durant les quatre saisons d'investigation.**

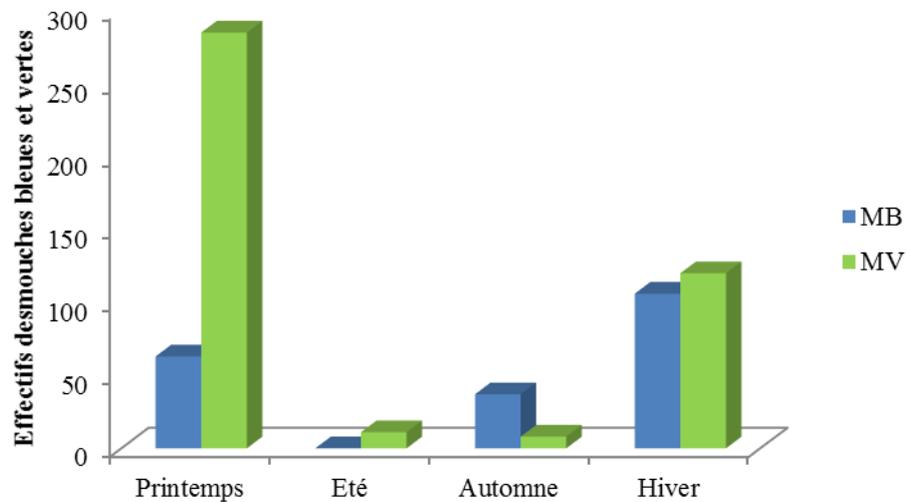
### 3.9. Activité saisonnière des Diptères Calliphoridae durant les quatre saisons

Au printemps, les mouches vertes (Calliphoridae appartenant aux deux genres : *Lucilia* et *Chrysomya*) sont les mieux représentées (Fig. 49), leur effectif (285 spécimens) est quatre fois plus important que celui des mouches bleues (Calliphoridae appartenant au genre *Calliphora*) (63 spécimens).

Nous remarquons l'absence des mouches bleues en été contrairement aux mouches vertes qui sont présentes avec seulement 11 spécimens récoltés.

En automne, se sont les mouches bleues qui dominent avec 37 spécimens contre seulement 8 spécimens de mouches vertes.

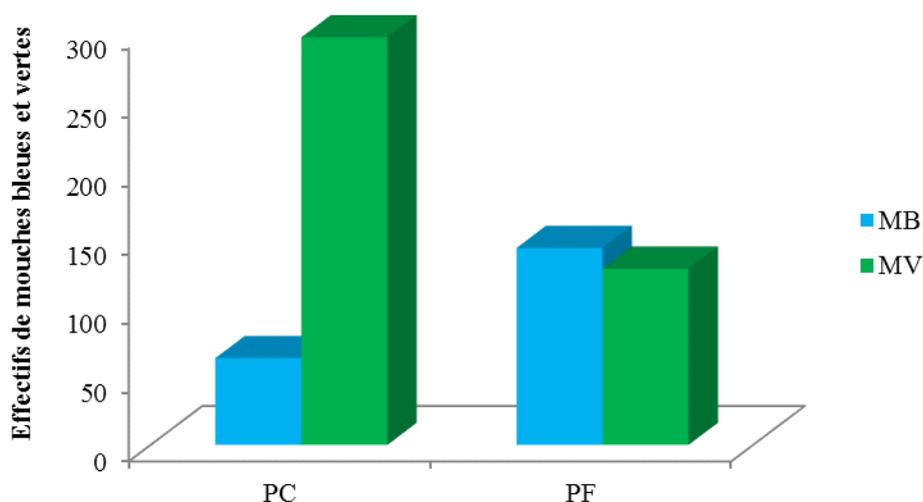
En hiver, les mouches vertes avec 120 spécimens dépassent légèrement l'effectif des mouches bleues (106 spécimens).



**Fig.49. Effectifs des mouches bleues et vertes selon les quatre saisons de l'année**

**MB** : mouches bleues (*Calliphora*) ; **MV** : mouches vertes (*Lucilia*, *Chrisomya*)

Nous constatons que pendant la période chaude de l'année (printemps-été), les mouches vertes (296 spécimen) sont plus abondantes que les bleues (63 spécimen) contrairement à la période froide (automne-hiver) où les mouches bleues dominent (Fig.50).



**Fig.50. Effectifs des mouches bleues et vertes selon les périodes chaude et froide de l'année**

**MB** : mouches bleues ; **MV** : mouches vertes ; **PC** : période chaude ; **PF** : période froide

### **3.10. Arrivée des mouches bleues et des mouches vertes selon les stades de décomposition**

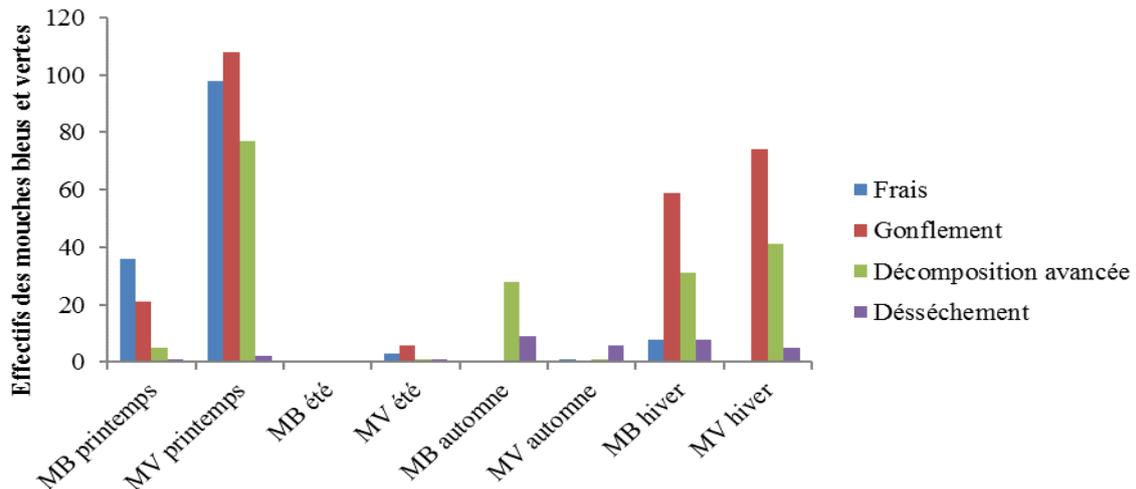
La figure 51 présente les effectifs des mouches bleues (*Calliphora*) et des mouches vertes (*Lucilia*, *Chrisomya*) selon les différents stades de décomposition durant les quatre saisons.

Au printemps, nous remarquons que les mouches bleues sont plus abondantes au stade frais avec 36 spécimens récoltés. Leur effectif commence à baisser au fur et à mesure durant les autres stades. Les mouches vertes quant à elles sont plus abondantes au stade de gonflement avec 108 spécimens.

En été, nous remarquons l'absence totale des mouches bleues durant tous les stades de décomposition contrairement aux mouches vertes qui y sont présentes mais avec de faibles effectifs. Durant cette saison, elles sont plus abondantes durant le stade de gonflement.

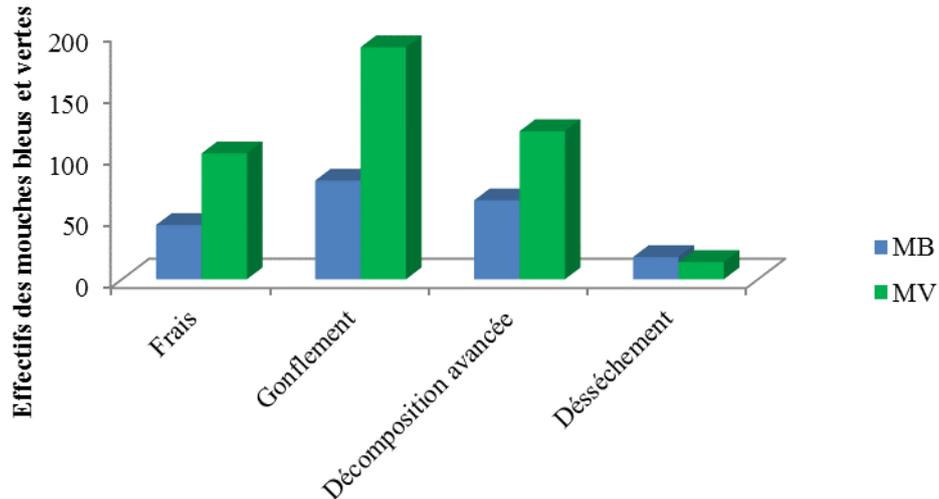
Pour la saison d'automne, les mouches bleues sont absentes durant les deux premiers stades (stade frais et stade de gonflement) et n'apparaissent qu'à partir du stade de décomposition avancée. Les mouches vertes ne sont absentes qu'au stade de gonflement. Néanmoins, leur effectif est très faible pour cette saison.

En hiver, nous remarquons la présence des mouches bleues durant tous les stades de décomposition contrairement aux mouches vertes qui n'apparaissent qu'à partir du stade de gonflement. Ce dernier stade est le plus riche en effectifs pour ces deux types de mouches.



**Fig.51. Effectifs des mouches bleues (*Calliphora*) et des mouches vertes (*Lucilia*, *Chrysomia*) selon les différents stades de décomposition sur les quatre cadavres expertisés**

La figure 52 met en évidence les effectifs des mouches bleues et des mouches vertes selon les différents stades de décomposition de l'ensemble des quatre cadavres. Nous constatons que les mouches vertes sont dominantes par rapport aux mouches bleues et ce, durant les trois premiers stades (frais, gonflement et décomposition avancée). Par contre, pour le dernier stade qui est le dessèchement, les effectifs des mouches bleues sont nettement supérieurs à ceux des mouches vertes.



**Fig.52. Effectifs des mouches bleues et des mouches vertes selon les différents stades de décomposition observés sur les quatre cadavres**

**MB** : mouches bleues ; **MV** : mouches vertes

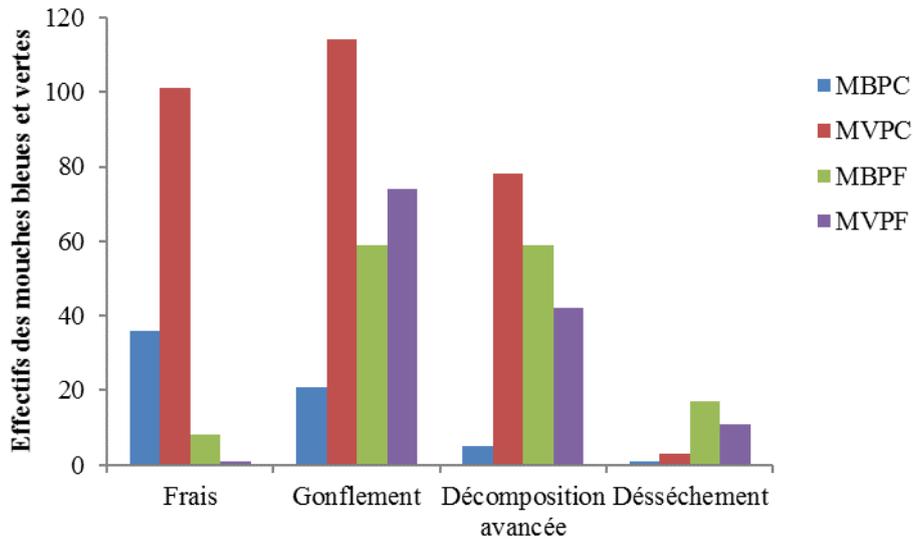
La figure 53 montre que durant le stade frais de décomposition, les mouches vertes (101 spécimens) sont plus présentes que les bleues (36 spécimens) pendant la période chaude. Au cours de la période froide, le stade frais de décomposition montre que les mouches bleues (8 spécimens) dominent largement les mouches vertes (1 spécimen).

Le même résultat est enregistré au cours du stade de gonflement de la période chaude. Se sont les mouches vertes qui dominent avec 114 spécimens contre seulement 21 spécimens pour les mouches bleues. Concernant la période froide de ce stade, on remarque que l'effectif des mouches vertes (74 spécimens) est également supérieur à celui des mouches bleues (59 spécimens).

Durant le stade de décomposition avancée, le nombre de mouches bleues (5 spécimens) est nettement inférieur à celui des mouches vertes (78 spécimens) pendant la période chaude. Durant la période froide se sont les mouches bleues qui dominent avec 59 spécimens contre 42 spécimens de mouches vertes.

Le stade de dessèchement se montre pauvre en effectifs pour les deux types de mouches, sauf que durant la période chaude, se sont les mouches vertes qui dominent avec 3 spécimens contre seulement 1 spécimen pour les mouches bleues. On remarque le contraire pour la

période froide, où les mouches bleues dominent avec 17 spécimens contre 11 spécimens pour les mouches vertes.

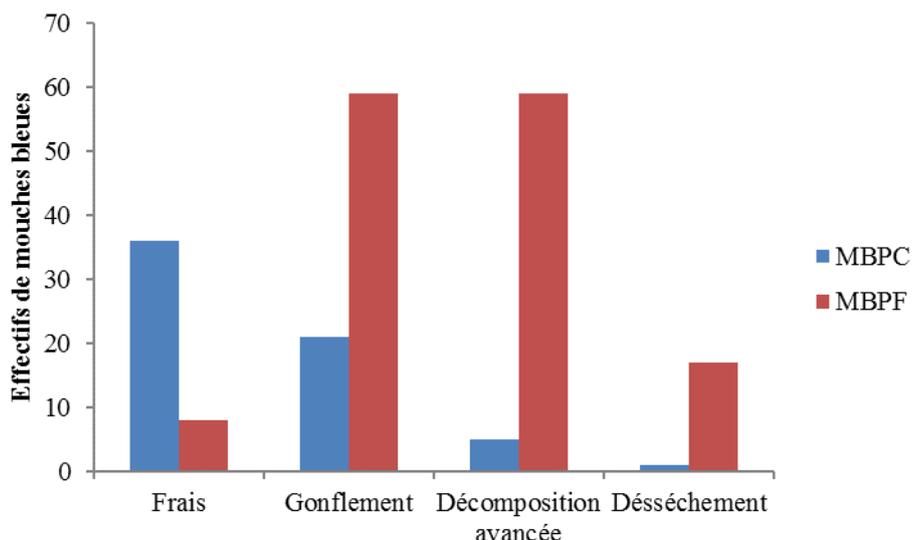


**Fig.53. Effectifs des mouches bleues et vertes selon les différents stades de décomposition durant les périodes chaude et froide de l'année**

**MBPC** : mouches bleues en période chaude ; **MVPC** : mouches vertes en période chaude ; **MBPF** : mouches bleues en période froide ; **MVPF** : mouches verte en période froide

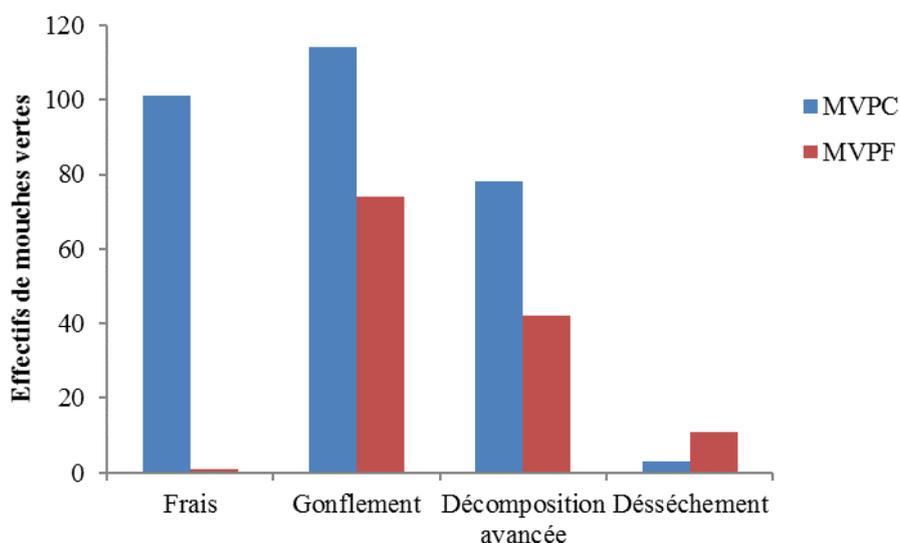
La figure 54 montre la variation des effectifs de mouches bleues sur les quatre saisons, selon les différents stades de décomposition.

Nous constatons que ces mouches bleues sont particulièrement abondantes en période chaude (36 spécimen), qu'en période froide (8 spécimen), durant le premier stade de décomposition cadavérique (frais). Cette constatation s'inverse pour les trois stades restants où l'on remarque clairement que ces mouches sont abondantes en période froide et moindre en période chaude.



**Fig.54. Effectifs de mouches bleues de l'ensemble des quatre saisons selon les différents stades de décomposition pendant les deux périodes, chaude et froide**

Concernant les mouches vertes (Fig.55), nous constatons qu'elles sont plus abondantes en période chaude qu'en période froide, durant les trois premiers stades de décomposition (frais, gonflement et décomposition avancée). Pour le dernier stade (dessèchement), elles dominent en période froide avec 11 spécimens.



**Fig.55. Effectifs de mouches vertes de l'ensemble des quatre saisons selon les différents stades de décomposition pendant les deux périodes, chaude et froide**

### 3.11. Analyse de la faune nécrophage récoltée par des indices écologiques de composition

#### 3.11.1. La richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm) de la faune récoltée

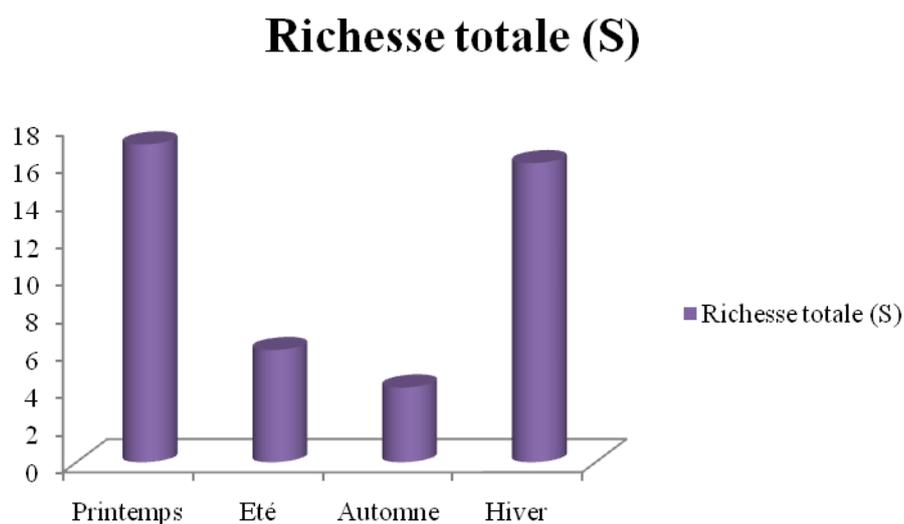
Dans cette présente étude nous avons réussi à inventorier 23 espèces nécrophages durant les quatre saisons.

Le tableau 5 nous donne les valeurs de la richesse totale (S) de toute la faune nécrophage récoltée durant les quatre saisons.

**Tableau 5. Distribution de la richesse totale (S) de la faune nécrophage récoltée au cours des quatre saisons de prospections**

Saisons	Printemps	Eté	Automne	Hiver
Richesse totale (S)	17	6	4	16

Les résultats représentés par la figure 56 montrent que la richesse spécifique maximale des espèces nécrophages est observée au printemps avec 17 espèces suivie par la saison hivernale avec 16 espèces. L'été et l'automne sont représentés respectivement par 6 et 4 espèces (Tab. 5).



**Fig.56. Distribution de la richesse totale (S) de la faune nécrophage récoltée durant les quatre saisons**

Le tableau 6 nous donne les valeurs de la richesse moyenne (Sm) de toute la faune nécrophage récoltée durant les quatre saisons. Les résultats montrent que les valeurs des richesses moyennes varient entre 0,3 et 0,71. La saison printanière présente la plus grande richesse moyenne (0,71) suivie par la saison estivale (0,6). Les plus faibles richesses moyennes sont observées en automne (0,36) et en hiver (0,30).

**Tableau 6. Distribution de la richesse moyenne (Sm) de la faune nécrophage récoltée des quatre saisons de prospections**

Saisons	Nombre de récoltes (jours)	Richesse totale (S)	Richesse moyenne (Sm)
Printemps	24	17	0,71
Eté	10	6	0,6
Automne	11	4	0,36
Hiver	54	16	0,30

Les valeurs de la richesse totale (S) des Calliphoridae récoltées durant les quatre saisons ainsi que les espèces inventoriées sont données par le tableau 7.

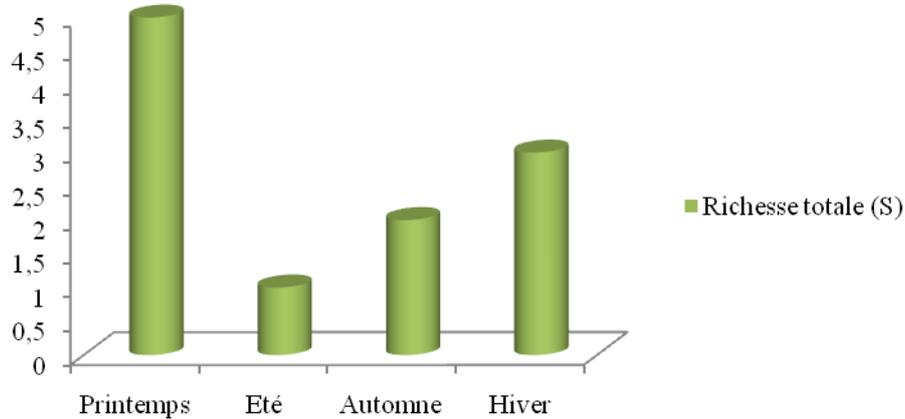
**Tableau 7. Distribution de la richesse totale (S) des Calliphoridae des quatre saisons**

Saisons	Printemps	Eté	Automne	Hiver
(S)	5	1	2	3
Espèces	<i>Calliphora vicina</i> <i>Calliphora vomitoria</i> <i>Lucilia sericata</i> <i>Lucilia silvarum</i> <i>Chrysomia albiceps</i>	<i>Chrysomia albiceps</i>	<i>Calliphora vicina</i> <i>Lucilia sericata</i>	<i>Calliphora vicina</i> <i>Lucilia sericata</i> <i>Lucilia silvarum</i>

(S) : richesse totale

La valeur maximale de la richesse totale des Calliphoridae récoltés s'observe au printemps avec 5 espèces (*Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum* et *Chrysomia albiceps*) suivie par celle de l'hiver avec 3 espèces (*Calliphora vicina*, *Lucilia sericata* et *Lucilia silvarum*). L'été et l'automne indiquent respectivement 1 et 2 espèces (Tab.7), (Fig. 57).

## Richesse totale(S)



**Fig.57. Distribution de la richesse totale (S) des Calliphoridae récoltées durant les quatre saisons**

### 3.11.2. Abondances relatives des familles d'insectes récoltées durant les quatre saisons

#### 3.11.2.1 Abondances relatives durant la saison printanière

Les fréquences centésimales des familles identifiées sont représentées sur la figure 58. Il ressort clairement que la mieux représentée est celle des Calliphoridae (Diptera) avec 48,07% suivie par celle des Silphidae (Coleoptera) avec 16,16%. Pour les Sarcophagidae et les Piophilidae représentées respectivement par 2,62% et 5,52%, les espèces n'ont pas pu être identifiées.

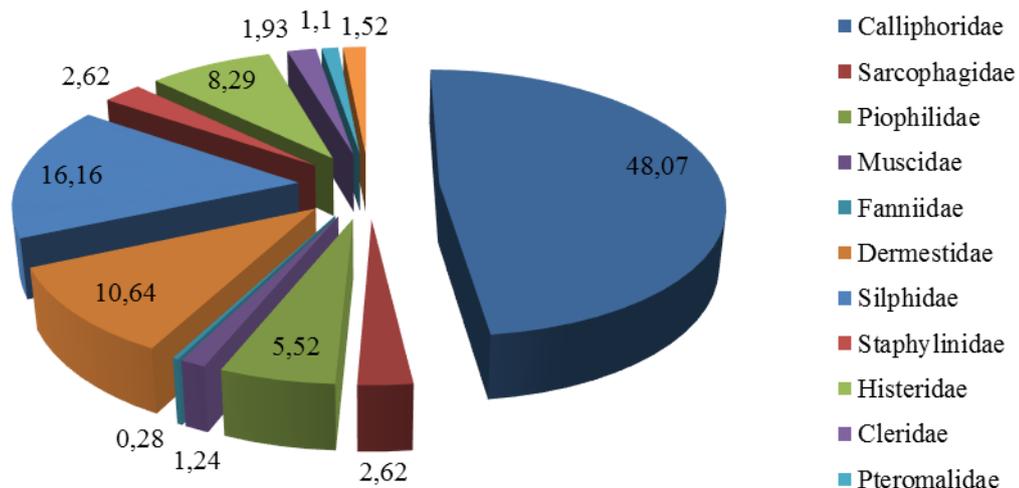
Les Diptères sont les premiers à venir visiter le substrat animal suivis des Coléoptères qui apparaissent à partir du troisième jour avec, comme première espèce récoltée, *Trox hispidus* Pontoppidan, 1763.

L'arrivée des Hyménoptères est observée à partir du cinquième jour, ils sont représentés par la famille des Pteromalidae (1,1%).

Dés le premier jour du dépôt du cadavre, nous avons noté la présence de fourmilles au niveau des orifices naturelles (museau, naseau, yeux, anus) (Fig. 59) et l'arrivée de deux espèces de Diptères nécrophages en l'occurrence *Lucilia sericata* Meigen, 1826 et *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 appartenant toutes deux à la famille des Calliphoridae.

Les Diptères appartiennent principalement à cinq familles (Fig.58), celle des Calliphoridae (48,07%) représentée par cinq espèces (*L. sericata*, *Lucilia silvarum* Meigen, 1826, *C. vicina* Robineau-Desvoidy, 1830, *Calliphora vomitoria* Linnaeus, 1758 et *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819), celle des Sarcophagidae (2,62%), celle des Piophilidae (5,52%), celle des Muscidae (1,24%) représentée par deux espèces (*Muscina stabulans* Fallén, 1817 et *Hydrotaea dentipes* Fabricius, 1805) et celle des Fanniidae (0,28%) représentée par l'espèce *Fannia scalaris* Fabricius, 1794.

Les Coléoptères appartiennent à six familles (Fig.58), celle des Dermestidae (10,64%) représentée par l'espèce *Dermestes peruvianus* Laporte de Castelnau, 1840, celle des Trogidae (1,52%) représentée par l'espèce *T. hispidus*, celle des Silphidae (16,16%) représentée par deux espèces (*Silpha rugosa* Linnaeus, 1758 et *Silpha obscura* Linnaeus, 1758), celle des Staphylinidae (2,62%) représentée par l'espèce *Creophilus maxillosus* Linnaeus, 1758, celle des Histeridae (8,29%) représentée par quatre espèces (*Saprinus semistriatus* Scriba, 1790, *Saprinus aeneus* Fabricius, 1775, *Hister unicolor* Linnaeus, 1758 et *Hister purpurascens* Herbst, 1792) et celle des Cleridae (1,93%). Les Hyménoptères sont représentés par la famille des Pteromalidae (1,1%).

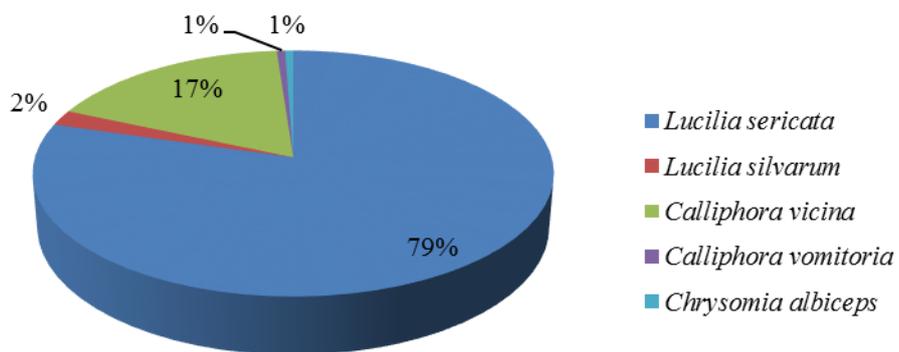


**Fig.58. Abondances relatives des familles récoltées sur substrat animal durant la saison printanière**



**Fig.59. fourmis au niveau des yeux et du museau  
(photo originale)**

Nous avons réussi à récolter un total de 348 spécimen appartenant à la famille des Calliphoridae. Cinq espèces ont été inventoriées et celle qui domine est *Lucilia sericata* (mouche verte) avec 276 spécimen (79,31%), suivie par *Calliphora vicina* avec 60 spécimen (17,24%), *Lucilia silvarum* avec uniquement 7 spécimen (2,02%). Les deux espèces restantes (*Calliphora vomitoria* et *Chrysomia albiceps*) sont faiblement représentées (Fig.60).

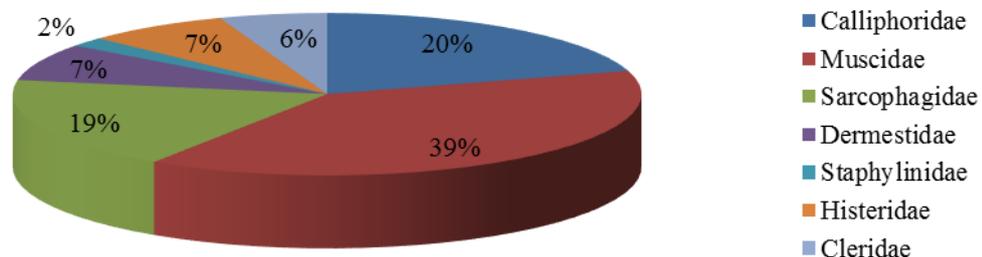


**Fig.60. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant la saison printanière**

### 3.11.2.2 Abondances relatives durant l'été

Les Diptères capturés appartiennent principalement à 3 familles (Fig. 61), celle des Calliphoridae (20,37%) représentée par l'espèce *C. albiceps*, celle des Muscidae qui est la mieux représentée avec 38,88%, et celle des Sarcophagidae (18,51%) représentée par deux espèces *Sarcophaga sp.* et *Sarcophaga carnaria* (Linnaeus, 1758). Les Coléoptères sont répartis en quatre familles, celle des Dermestidae (7,4%) représentée par l'espèce *D. peruvianus*, celle des Staphylinidae (1,85%) représentée par l'espèce *C. maxillosus*, celle des Histeridae (7,4%) représentée par *S. semistriatus*, *S. aeneus*, et celle des Cleridae (5,55%) (Fig. 61).

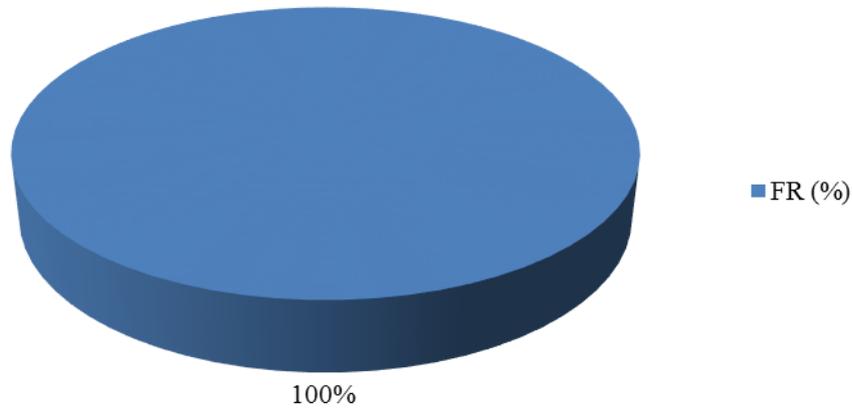
La première espèce à visiter le cadavre dès le premier jour est *C. albiceps*. Les Coléoptères n'interviennent qu'à partir du troisième jour où la première famille observée est celle des Cleridae. Le quatrième jour, on remarque l'arrivée des Staphylinidae et des Histeridae représentés respectivement par les espèces *C. maxillosus* et *S. semistriatus*.



**Fig.61. Abondances relatives des familles récoltées en été**

Pour cette saison, la totalité des Calliphoridae récoltées appartient à une seule espèce qui est *Chrysomia albiceps* avec 11 spécimen (Fig.62).

## *Chrysomia albiceps*

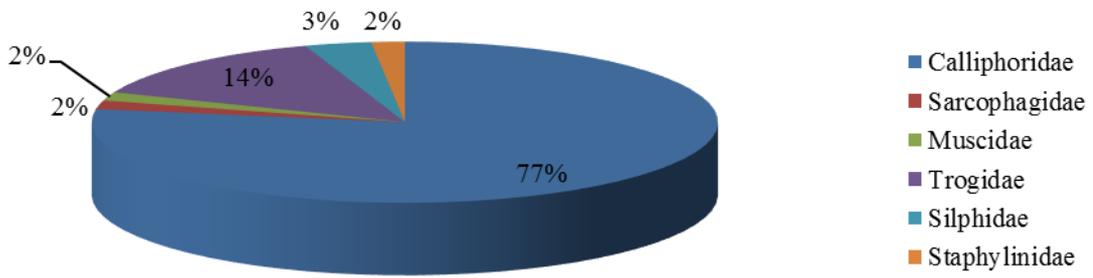


**Fig.62. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant l'été**

### **3.11.2.3 Abondances relatives durant l'automne**

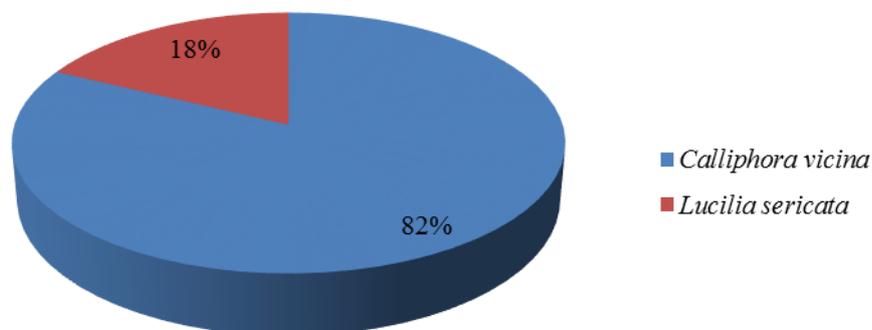
Les Diptères appartiennent à trois familles, la plus abondante est celle des Calliphoridae avec 77,58% de la faune nécrophage récoltée et représentée par les deux espèces *C. vicina* et *L. sericata*. Vient ensuite les Sarcophagidae (1,72%) et les Muscidae (1,72%) (Fig. 63). Trois familles de Coléoptères ont été inventoriées, celle des Trogidae (13,79%) représentée par l'espèce *T. hispidus*, celle des Silphidae (3,44%) représentée par l'espèce *S. rugosa*, et celle des Staphylinidae avec 1,72% (Fig. 63).

Pour cette saison, les premiers visiteurs du cadavre d'automne sont des Coléoptères appartenant à l'espèce *T. hispidus*. Les Diptères n'interviennent qu'à partir du troisième jour où les 2 premières espèces à venir coloniser le cadavre sont *C. vicina* et *L. sericata*.



**Fig.63. Abondances relatives des familles récoltées en automne**

Les Diptères Calliphoridae récoltées durant cette saison (45 spécimen) appartiennent à deux espèces à saisir *Calliphora vicina* (mouche bleue) qui domine avec un total de 37 spécimen soit 82,22% et *Lucilia sericata* avec 8 spécimen soit 17,78% (Fig.64).



**Fig.64. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant l'automne**

#### 3.11.2.4 Abondances relatives durant l'hiver

Les fréquences centésimales des familles identifiées sont représentées sur la figure 65. La famille qui domine est celle des Dermestidae (30,17%) suivie par celle des Calliphoridae (17,44%) et celle des Histeridae (13,12%). Ensuite, viennent celles des Silphidae, des Staphylinidae, des Muscidae et des Piophilidae avec respectivement 9,18%, 5,63%, 4,63% et

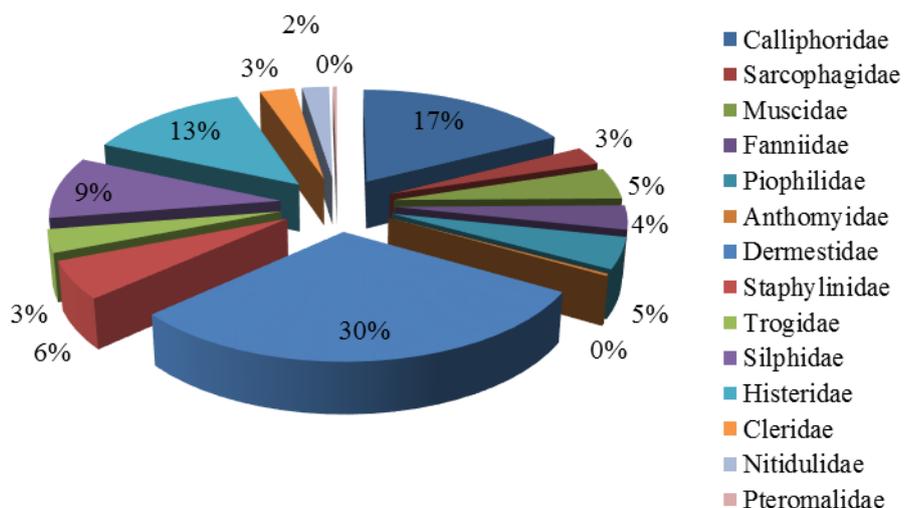
4,63%. Les familles à savoir : Sarcophagidae, Fanniidae, Anthomyidae, Trogidae, Cleridae, Nitidulidae et Pteromalidae sont faiblement représentées.

Nous remarquons que la première espèce qui vient visiter le cadavre est *Calliphora vicina*. C'est une mouche bleue appartenant à la famille des Calliphoridae. Les Coléoptères apparaissent le troisième jour avec comme première espèce *Trox sp.* Les mouches vertes font leur apparition à partir du septième jour avec comme première espèce : *Lucilia silvarum*. Le dixième jour nous avons remarqué l'arrivée des Hyménoptères.

Les Diptères appartiennent principalement à six familles (Fig.65), celle des Calliphoridae (17,44%) représentée par trois espèces (*Calliphora vicina*, *Lucilia silvarum* et *Lucilia sericata*), celle des Sarcophagidae (2,70%) représentée par deux espèces (*Sarcophaga carnaria* et *Sarcophaga sp.* ), celle des Muscidae (4,63%) représentée par quatre espèces (*Musca domestica*, *Musca sp.* , *Muscina stabulans* et *Muscina sp.*), celle des Fanniidae (3,55%) représentée par l'espèce *Fannia sp.* , celle des Piophilidae (4,63%) et des Anthomyidae (0,31%) représentée par l'espèce *Anthomyia pluvialis*.

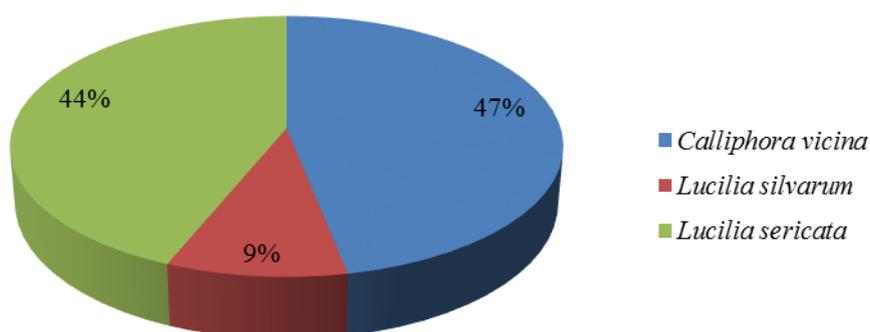
Les Coléoptères sont répartis en sept familles (Fig.65), celle des Dermestidae (30,17%) représentée par l'espèce *Dermestes peruvianus*, celle des Staphylinidae (5,63%) représentée par l'espèce *Creophilus maxillosus*, celle des Trogidae (3,40%) représentée par l'espèce *Trox sp.*, celle des Silphidae (9,18%) représentée par deux espèces (*Silpha sinuatus* et *Silpha rugosa*), celle des Histeridae (13,12%) représentée par six familles (*Hister quadrimaculatus*, *Hister unicolor*, *Hister illigri*, *Saprinus aeneus*, *Saprinus semistriatus* et *Dendrophilus sp.* ), celle des Cleridae (2,78%) et des Nitidulidae (2,16%).

Les Hyménoptères faiblement représentés appartiennent à la famille des Pteromalidae (0,31%) représentée par l'espèce *Nasonia sp.*



**Fig.65. Abondances relatives des familles récoltées en hiver**

Pour cette saison, nous avons réussi à récolter un total de 226 spécimen appartenant à la famille des Calliphoridae. Trois espèces ont été inventoriées, la mieux représentée est *Calliphora vicina* (mouche bleue) avec un total de 106 spécimens soit 46,90% suivie par *Lucilia sericata* avec 99 spécimens soit 43,81% et *Lucilia silvarum* avec seulement 21 spécimens soit 9,29% (Fig.66).



**Fig.66. Abondances relatives des espèces de Calliphoridae récoltées durant l'hiver**

### 3.12. Analyse de la faune nécrophage par des indices écologiques de structure

#### 3.12.1. Indice de diversité maximale $H'$ max, l'indice de Shannon-Weaver $H'$ et l'Équitabilité $E$

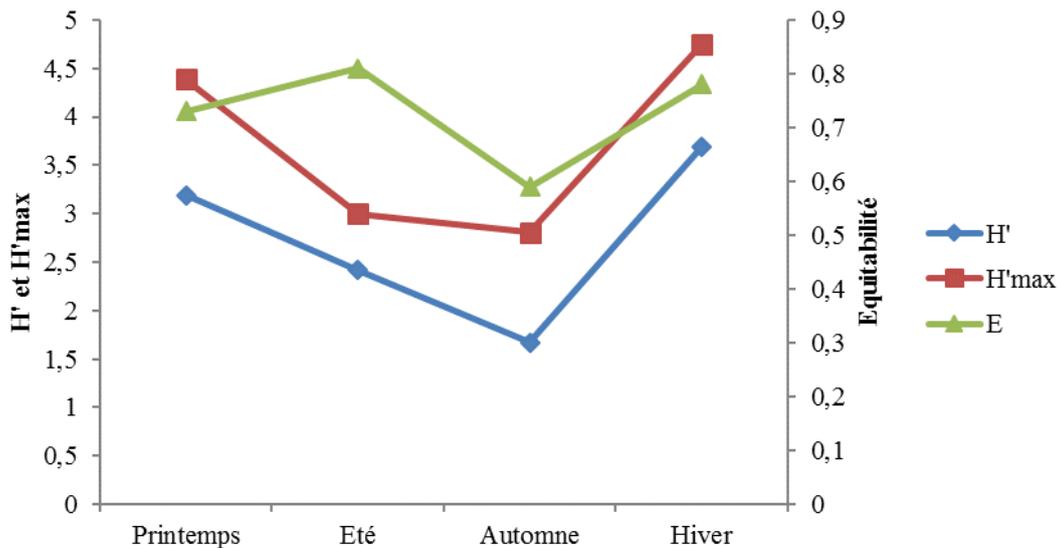
Les résultats exposés dans le tableau 8 sont étudiés par des indices écologiques de structure montrant l'aspect quantitatif de la nécrofaune. Il s'agit de l'indice de diversité de Shannon- Weaver  $H'$ , de la diversité maximale ( $H'$  max.) et de l'indice d'équitabilité  $E$  entre les espèces.

**Tableau 8. Indices écologiques de structure  $H'$ ,  $H'$ max et  $E$  pour les quatre saisons de prospection.**

Indices écologiques \ Saisons	Printemps	Été	Automne	Hiver
$H'$ (en bits)	<b>3,19</b>	<b>2,42</b>	<b>1,67</b>	<b>3,69</b>
$H'$ max. (en bits)	<b>4,39</b>	<b>3</b>	<b>2,81</b>	<b>4,75</b>
$E$	<b>0,73</b>	<b>0,81</b>	<b>0,59</b>	<b>0,78</b>

L'exploitation par l'indice de Shannon Weaver des espèces capturées, montre que les valeurs de  $H'$  enregistrent une information de 3,69 bits en hiver, 3,19 bits au printemps, 2,42 bits en été et 1,67 bits en automne (Tab.8), (Fig.67). Ces valeurs se rapprochent de celles de la diversité maximale  $H'$ max, ce qui signifie que la population qui constitue la nécrofaune capturée est diversifiée particulièrement en hiver et au printemps.

Pour ce qui concerne l'indice de l'équirépartition ( $E$ ), il est à signaler que ses valeurs fluctuent entre 0,59 et 0,81 (Tab.8). Ces valeurs tendent vers 1 pour les trois saisons : printemps, été et hiver, traduisant une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des espèces présentes. Concernant l'automne, la valeur de  $E$  (0,59) est inférieure aux trois autres, ce qui signifie que les espèces présentes sont moins équilibrées entre elles.



**Fig.67. Variation des indices écologiques de structure H', H'max et E durant les quatre saisons de prospection**

### 3.12.1.1. Variation de l'indice de Shannon-Weaver et Equitabilité sur le cadavre du Printemps

Pour l'interprétation de nos résultats, nous avons utilisé l'indice de diversité H' de SHANNON-WEAVER qui est exprimé en bits.

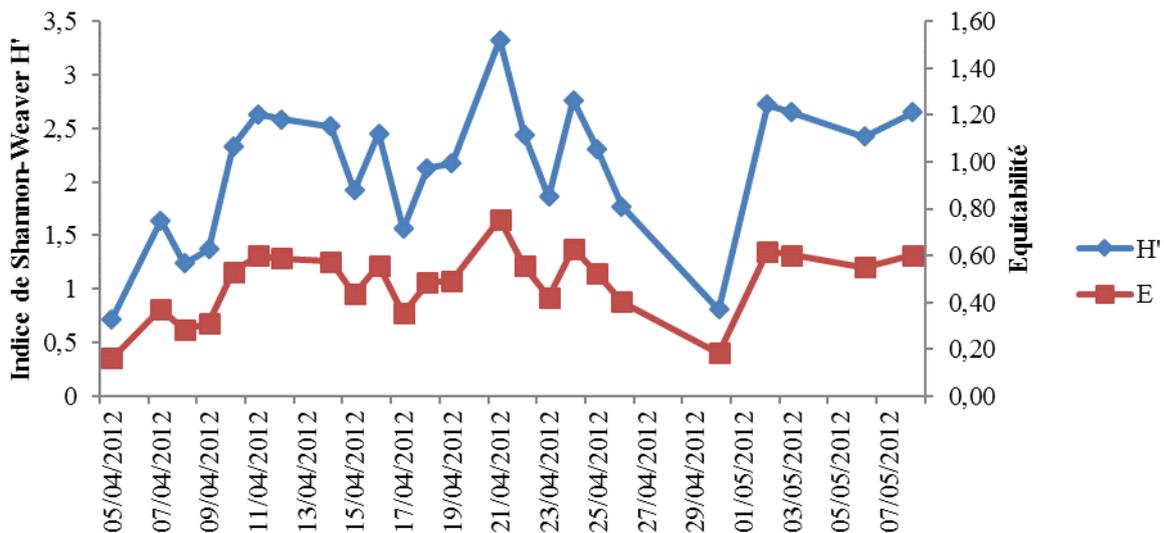
L'échantillonnage de la faune nécrophage pour cette saison s'est étalé sur une durée de 34 jours. Nous avons suivi la variation quotidienne de cet indice qui prenait des valeurs variant entre 0,72 bit et 3,32 bit (Fig.68).

L'allure de la courbe en dents de scie indique une apparition et/ ou disparition d'espèces au fil des jours. La valeur la plus faible se remarque le premier jour soit le 05/04/2012 (0,72bits) où nous avons réussi à récolté seulement deux espèces (*Lucilia sericata* et *Calliphora vicina*) avec de faibles effectifs. La valeur de l'indice H' atteint son maximum le 21/04/2012 (3,32 bit) où 12 espèces ont été inventoriées (*Lucilia sericata*, *Calliphora vicina*, *Hister purpurascens*, *Trox hispidus*, *Silpha rugosa*, *Silpha obscura*, *Dermestes peruvianus*, *Hister unicolor*, *Saprinus aeneus*, *Saprinus semistriatus*, *Muscina stabulans* et *Creophilus maxillosus*), ce qui explique ce résultat.

Les valeurs de l'équitabilité mise en évidence sur la figure 56 varient entre 0,16 et 0,76. La valeur minimale est enregistrée le premier jour de l'échantillonnage avec 0,16 (tend

vers 0) ce qui signifie que les populations de la faune récoltée ne sont pas en équilibre entre elles.

Elle atteint son maximum le 21/04/2012 avec une valeur de 0,76 (tend vers 1), cela s'explique par les effectifs des espèces qui se rapprochent, ce qui indique que les différentes populations sont en équilibre entre elles.



**Fig.68. Variation de l'indice de Shannon-Weaver H' et de l'equitabilité E durant la décomposition cadavérique au printemps**

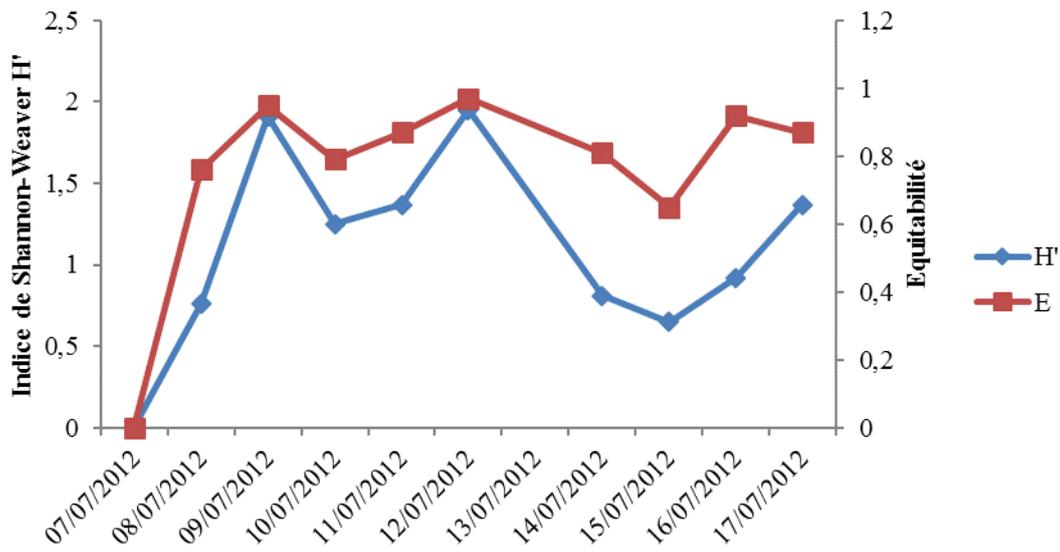
### 3.12.1.2. Variation de l'indice de Shannon-Weaver et Equitabilité sur le cadavre de l'été

La figure 69 montre la variation quotidienne des indices de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité E durant la saison estivale.

Durant la période de nos prospections qui s'est étalée sur une durée de 11 jours, les valeurs des indices de Shannon-Weaver H' varient entre 0 et 1,95 bits. D'après le graphe (Fig.69), la diversité atteint le pic le 12/07/2012 avec une information moyenne de 1,95 bits, c'est la journée la plus diversifiée avec l'arrivée de quatre espèces (*Musca sp.*, *Sarcophaga sp.*, *Saprinus aeneus* et *Saprinus semistriatus*). La valeur la plus faible de l'indice est observée le premier jour de l'échantillonnage (jour du dépôt) avec une information moyenne de 0 bit. En effet, une seule espèce à été capturée à savoir *Chrysomia albiceps*.

L'équitabilité prend des valeurs variant entre 0 et 0,97. La valeur minimale est enregistrée le premier jour du dépôt soit le 07/07/2012 où nous avons noté l'arrivée d'une seule espèce. La valeur maximale (0,97) est enregistrée le 12/07/2012 où nous avons noté la

présence de quatre espèces. Cette valeur tend vers 1 ce qui signifie que les populations de la faune récoltée sont en équilibre entre elles.



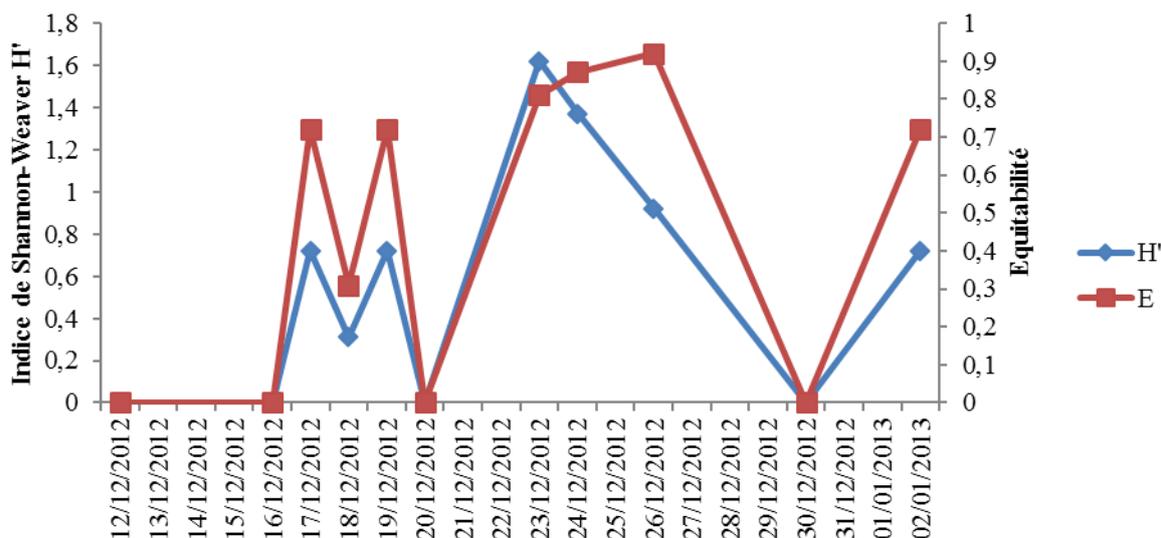
**Fig.69. Variation de l'indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité E durant la décomposition cadavérique en été**

### 3.12.1.3. Variation de l'indice de Shannon-Weaver et Equitabilité sur le cadavre d'automne

L'échantillonnage durant cette saison s'est étalé sur une durée de 22 jours. La figure 70 montre que les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver H' varient entre 0 et 1,62 bit. La valeur minimale est observée pendant quatre jours (le 12, 16, 20 et 30 du mois de Décembre) où nous avons noté la présence d'une seule espèce uniquement durant chacun. La diversité atteint le pic le 23/12/2012 avec une information moyenne de 1,62 bit où nous avons pu récolter quatre espèces différentes (*Calliphora vicina*, *Lucilia sericata*, *Sarcophaga sp.* et *Silpha rugosa*).

Les valeurs de l'équitabilité E varient entre 0 et 0,92. La valeur maximale est atteinte le 26/12/2012 où nous avons récolté deux espèces à savoir, *Calliphora vicina* et *Musca sp.* avec des effectifs proches ce qui signifie que la faune récoltée est en équilibre ce jour là.

L'équitabilité atteint sa valeur minimale le 12, 16, 20 et 30 du mois (Décembre) avec une valeur de 0.



**Fig.70. Variation de l'indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité E durant la décomposition cadavérique en automne**

### 3.12.1.4. Variation de l'indice de Shannon-Weaver et Equitabilité sur le cadavre d'hiver

La figure 71 montre la variation de l'indice de diversité H' et de l'équitabilité E sur une durée d'échantillonnage de 71 jours (du 11/03/2013 au 20/05/2013).

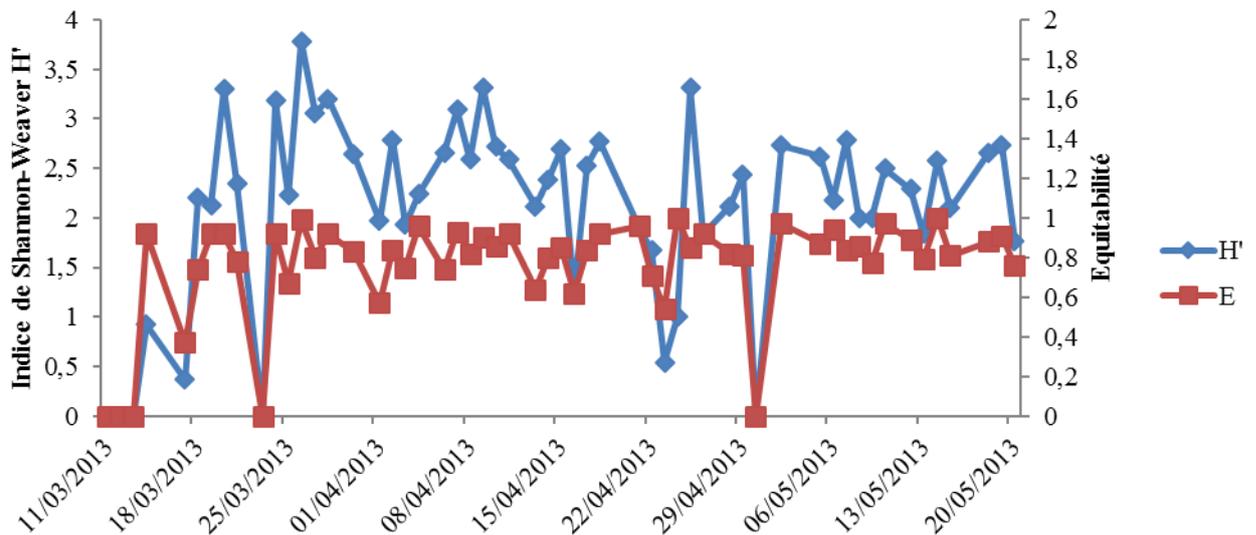
La valeur de l'indice de Shannon-Weaver H' prend des valeurs qui varient entre 0 et 3,78 bit. Les trois premiers jours, l'indice de diversité est de 0 bit ce qui signifie que la faune récoltée n'est pas diversifiée. Le premier jour, aucune espèce n'a visité le cadavre. Par contre, nous avons réussi à capturer qu'une seule espèce le deuxième et troisième jours à savoir *Calliphora vicina* et *Trox sp.* respectivement.

La valeur de H' atteint le pic le 26/03/2013 avec une information moyenne de 3,78 bit, c'est le jour le plus diversifié avec la présence de 11 espèces qui sont : *Calliphora vicina*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum*, *Fannia sp.*, *Muscina stabulans*, *Musca sp.*, *Dermestes peruvianus*, *Creophilus maxillosus*, *Silpha rugosa*, *Saprinus aeneus* et *Saprinus semistriatus*.

Concernant l'équitabilité E, la figure montre qu'elle varie entre 0 et 1. Elle atteint sa valeur minimale (0) les trois premiers jours de nos prospections (11, 12, et 13/03/2013), le 23/03/2013 et le 30/04/2013, cela signifie que la population récoltée durant ces jours là n'est pas en équilibre.

D'après le graphe (Fig.71), nous remarquons que la plupart des valeurs d'équitabilité tendent vers 1 ce qui signifie que les populations d'insectes nécrophages récoltées sont en équilibre entre elles.

La valeur maximale de l'équitabilité qui est de 1 est atteinte le 24/04/2013 et le 14/05/2013, ce qui signifie que l'équilibre est parfait entre les populations d'insectes récoltées durant ces deux jours.



**Fig.71. Variation de l'indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité E durant la décomposition cadavérique en hiver**

### 3.13. Analyse de la variance ANOVA

Pour mieux appréhender l'activité saisonnière des mouches vertes (*Lucilia*, *Chrysomia*) et bleues (*Calliphora*), nous avons utilisé le test de la variance ANOVA, pour comparer les moyennes de leurs effectifs sur chacun des cadavres expertisés durant les quatre saisons.

La différence entre les effectifs des mouches bleues et vertes sur chacun des cadavres est exprimée par la probabilité « p ».

❖ **Saison printanière**

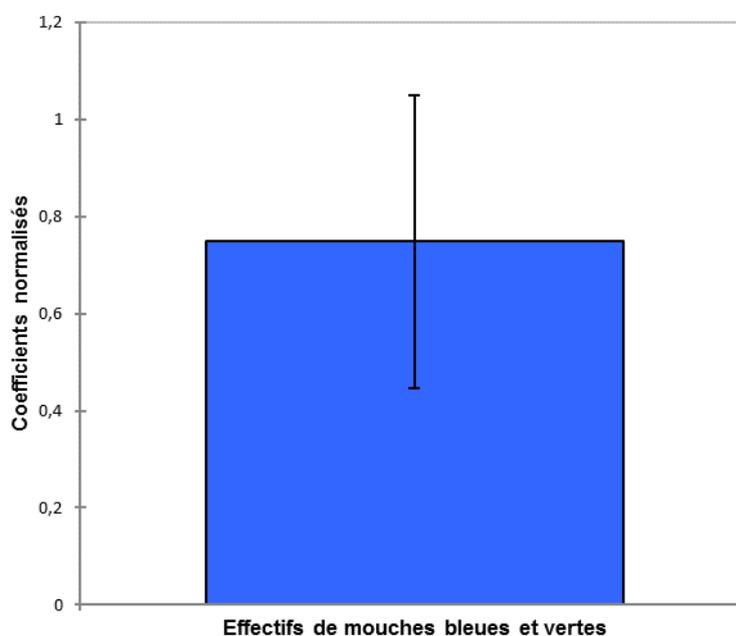
Les résultats issus de l'analyse de la variance (Tab.9) montrent qu'il y a une différence très hautement significative,  $p=0,0001$  qui est  $\leq \alpha=0,001$ , entre les effectifs de mouches bleues et vertes récoltées durant la saison printanière.

**Tableau 9. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison printanière**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	232,038	232,038	26,652	< <b>0,0001</b>
Erreur	21	182,832	8,706		
Total corrigé	22	414,870			

DDL : degrés de liberté, F : valeur de la variable de F de FISHER, Pr : la probabilité de mettre en évidence des différences significatives, ( $p \leq 0,001$ , (\*\*\*) différence très hautement significative).

Sur la figure 72, on constate qu'il y a un écart très important entre les effectifs des mouches bleues et des vertes récoltées durant le printemps.



**Fig.72. Boîte à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant le printemps**

❖ **Saison estivale**

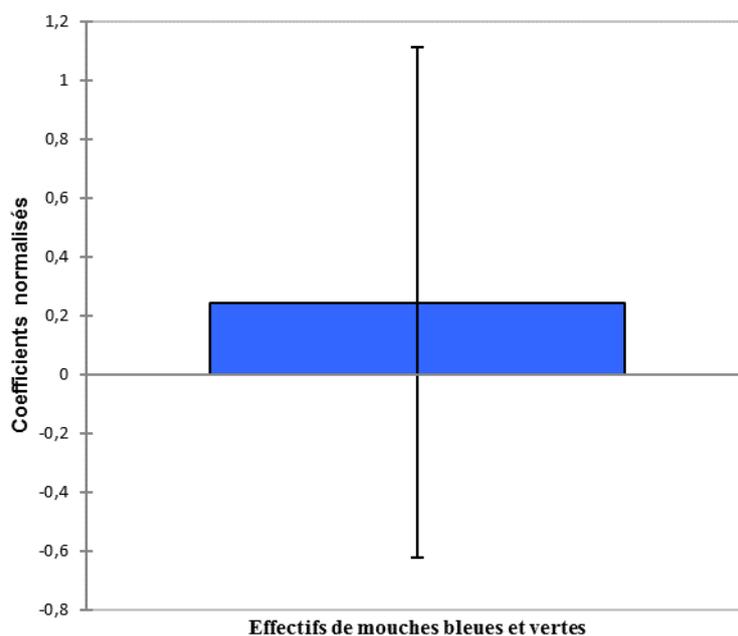
Les résultats issus de l'analyse de la variance (Tab.10) montrent qu'il n'y a pas une différence significative,  $p=0,526$  qui est  $> \alpha=0,05$ , entre effectifs de mouches bleues et vertes récoltées durant la saison estivale.

**Tableau 10. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison estivale**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	0,053	0,053	0,444	0,526
Erreur	7	0,836	0,119		
Total corrigé	8	0,889			

$P > \alpha = 0,05$  donc, il n'existe pas de différences significatives entre les moyennes

Sur la figure 73, on constate qu'il n'y a pas d'écart important entre les effectifs des mouches bleues et des vertes récoltées durant l'été.



**Fig.73. Boîte à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant l'été**

❖ **Saison automnale**

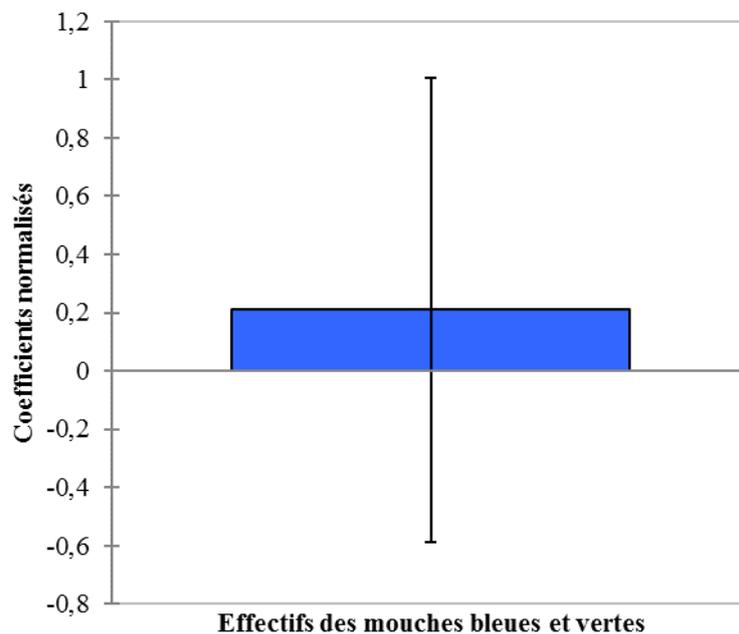
Les résultats issus de l'analyse de la variance (Tab.11) montrent qu'il n'y a pas une différence significative,  $p=0,559$  qui est  $> \alpha=0,05$ , entre effectifs de mouches bleues et vertes récoltées durant la saison d'automne.

**Tableau 11. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison automnale**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	10,384	10,384	0,371	0,559
Erreur	8	223,716	27,965		
Total corrigé	9	234,100			

$P > \alpha = 0,05$  donc, il n'existe pas de différences significatives entre les moyennes

La figure 74 montre qu'il n'y a pas d'écart important entre les effectifs des mouches bleues et des vertes récoltées durant l'automne



**Fig.74. Boite à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant l'automne**

❖ **Saison hivernale**

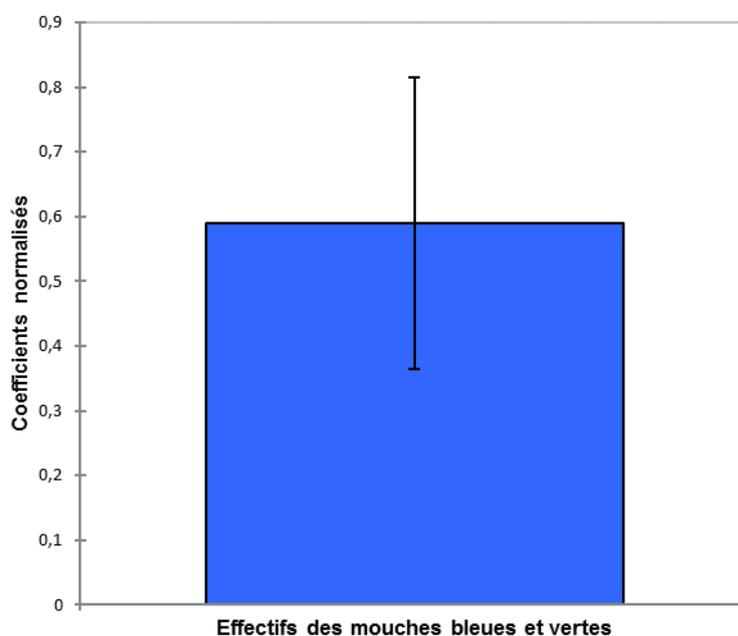
Les résultats issus de l'analyse de la variance (Tab.12) montrent qu'il y a une différence très hautement significative,  $p=0,0001$  qui est  $\leq \alpha=0,001$ , entre effectifs de mouches bleues et vertes récoltées durant la saison hivernale.

**Tableau 12. Modèle linéaire général : effectifs des mouches bleues et vertes durant la saison hivernale**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	220,966	220,966	27,690	< <b>0,0001</b>
Erreur	52	414,960	7,980		
Total corrigé	53	635,926			

$p \leq 0,001$ , (\*\*\*) différence très hautement significative

Sur la figure 75, on constate qu'il y a un écart très important entre les effectifs des mouches bleues et des vertes récoltées durant l'hiver.



**Fig.75. Boite à moustache montre les écarts entre les moyennes des effectifs des Diptères, Calliphoridae (bleues et vertes) récoltées durant l'hiver**

## CHAPITRE 4 : DISCUSSION

### 4.1. Composition taxonomique de la faune récoltée

La faune la mieux représentée sur un substrat en décomposition est celle des insectes nécrophages (Wyss & Cherix, 2006 ; Dekeirsschieter *et al.*, 2012). C'est cette catégorie d'insectes à l'état adulte que nous avons capturé sur les quatre substrats de chiens en décomposition durant les quatre saisons de l'année 2012/2013.

Au cours de la décomposition, les insectes sont attirés par la carcasse dans une séquence de succession prévisible (Payne, 1965; Early & Goff, 1986; Tullis & Goff, 1987; Catts & Goff, 1992; Richards & Goff, 1997). La connaissance de la composition et de la dynamique de la communauté des organismes entomosarcosaprophages présents sur ou autour d'un cadavre, ainsi que la connaissance des taux de croissance, peuvent être utilisées pour calculer l'intervalle post-mortem dans les cas médico-légaux (Greenberg 1991; Catts & Goff 1992; Goff 1993; Anderson 1995; Anderson & VanLaerhoven 1996; Amendt *et al.*, 2007).

Contrairement aux travaux de Bensaada *et al.* (2014) qui ont menés leurs investigations sur des cadavres de chats morts depuis quelques temps déjà, notre étude a débuté juste après l'abattage des chiens par le service d'hygiène. Ce qui a permis un suivi régulier de la faune nécrophage immédiatement après leur mort.

Nos investigations durant les quatre saisons nous ont permis de récolter un total de 2132 spécimens nécrophages appartenant principalement à trois ordres ; celui des Diptères avec un total de 938 spécimen soit 43,99% de la faune récoltée. Cet ordre est représenté par six familles à savoir celle des Calliphoridae qui domine avec 29,55% du total capturé, celle des Sarcophagidae qui arrivent souvent juste après les premiers Calliphoridae dont les femelles ne pondent pas d'œufs mais donnent naissance à des larves (Wyss & Cherix, 2006). L'ordre des Diptères comporte également des Muscidae, des Fanniidae, des Piophilidae et des Anthomyidae.

Parmi les Diptères sarcosaprophages, les Calliphoridae sont les premiers et principaux consommateurs de cadavres. Ils jouent un rôle important dans l'élimination des excréments et sont capables d'éliminer les cadavres d'animaux (Wyss & Cherix, 2006). Ce sont des mouches qui présentent un intérêt majeur en entomologie forensique. Habituellement, se sont

les premières mouches arrivées sur cadavres (Wyss & Cherix, 2006 ; Bouleknefet, 2016), ce qui concorde avec nos résultats.

Les Calliphoridae sont considérés comme le groupe le plus important de mouches pour l'entomologiste médico-légal. En effet, dans certaines enquêtes ces mouches sont utilisés comme indicateurs de la période écoulée depuis la mort des cadavres humains (Lane, 1975 ; Smith, 1986 ; Greenberg, 1991 ; Shean *et al.*, 1993). A ce jour, aucune étude sur la communauté sarcosaprophage de Calliphoridae adulte n'a été réalisée en Algérie. Parmi nos objectifs, nous avons tenté de réunir le maximum d'informations relatives à la famille des Calliphoridae pour une meilleure appréhension en entomologie médico-légale.

L'ordre des Coléoptère rassemble un total de 1182 spécimen soit 55,44% de la faune récoltée. Cet ordre est représenté par sept familles à savoir celle des Dermestidae qui est la plus dominante avec 22,14% du total de la faune récoltée, suivie par celle des Silphidae (11,16%), des Histeridae (10,98%), des Staphilinidae (4,41%), des Trogidae (2,95%), des Cleridae (2,49%) et celle des Nitidulidae (1,31%).

Concernant ces deux ordres, nos résultats sur la composition taxonomique au niveau des familles sont en accord avec ceux rapportés par des études antérieurs (Payne, 1965 ; Anderson & VanLaerhoven, 1996 ; Bourel *et al.*, 1999 ; Grassberger & Frank, 2004 ; Wyss & Cherix, 2006 ; Al Mesbah *et al.*, 2012 ; Bouleknefet *et al.*, 2015 ; Guerroudj & Berchi, 2016).

L'ordre des Hyménoptères est très faiblement représenté par rapport aux deux précédents avec un total de 12 spécimens appartenant à la seule famille des Pteromalidae et représentée par le genre *Nasonia*. Les résultats obtenus par Bensaada *et al.* (2014) dans la région de Gouraya font ressortir que l'ordre des Hyménoptères est représenté par trois familles différentes (Braconidae, Chalcidae et Formicidae).

Les résultats obtenus après identification de Diptères montrent que la famille des Calliphoridae est la mieux représentée. Selon Wyss & Cherix (2006), c'est probablement la famille la plus importante en entomologie forensique. Cet état de fait, actuellement admis s'explique par les conditions climatiques. En effet, lorsque ces dernières sont favorables, cette famille vient coloniser un cadavre très rapidement sans qu'il y ait encore aucune odeur et ce grâce à leur système olfactif particulièrement développé (Braak, 1987 ; Kelling *et al.*, 2003 in Charabidze, 2012). Cette observation est en parfait accord avec nos résultats qui montrent

bien que cette famille des Calliphoridae arrive en premier. Ainsi, nos résultats révèlent que l'espèce *Lucilia sericata* apparaît le premier jour pour les deux saisons, printemps et automne. L'espèce *Calliphora vicina* est observée en hiver et l'espèce *Chrysomya albiceps* durant la saison estivale.

Dans notre étude, les espèces qui appartiennent à la famille des Calliphoridae sont les plus fréquemment rencontrées tel est le cas de *Lucilia sericata* avec un total de 383 spécimen soit 60,89% des Calliphoridae récoltées. Cette espèce est présente dans toutes les saisons à l'exception de l'été. C'est une espèce cosmopolite qui est distribuée mondialement (Bouleknefet, 2016), elle est souvent présente sur cadavres humains découvert essentiellement dans des appartements (Wyss & Cherix, 2014). Cette espèce est utilisée également en médecine dans une discipline appelée « larvothérapie » ou « asticothérapie » où les larves sont déposées sur les tissus nécrosés dont elles se nourrissent, désinfectant ainsi les plaies (Leclerc, 1990).

*Calliphora vicina* est une espèce très présente avec un total de 203 spécimens soit 32,27% des Calliphoridae identifiées. Cette espèce cosmopolite se trouve dans les régions tempérées et subtropicales (Bouleknefet, 2016). C'est l'un des meilleurs indicateurs pour la détermination du délai post-mortem (Charabidzé & Bourel, 2007). Elle est dominante sur cadavres humains et préfère les endroits embragés et les habitats urbains (Smith, 1986 ; Wyss & Cherix, 2006 ; Byrd & Castner, 2010). C'est l'une des premières espèces à coloniser un cadavre, cela est prouvé par la présence de ses œufs à des stades précoces (Gennard, 2007). Selon les travaux de Faucherre *et al.* (1999), cette espèce à été trouvée dans 160 enquêtes avec un taux de 43,12%. Ce taux se rapproche de celui exposé dans nos résultats à savoir 32,27%.

Nos résultats sont en adéquation avec ceux de Dekeirsschieter (2012) et Bouleknefet (2016). En effet, ces auteurs rapportent également la dominance de ces deux espèces (*Lucilia sericata* et *Calliphora vicina*) dans leurs prospections.

D'après nos résultats, ces deux espèces à savoir *Lucilia sericata* et *Calliphora vicina* ne sont absente que durant la saison estivale. Cela peut s'expliquer par le fait que leur vitesse de vol est plus importante quand les températures sont élevées, d'où la difficulté de les capturer.

*Calliphora vomitoria* est très faiblement représentée dans notre étude, elle n'est présente qu'au printemps avec seulement 3 spécimens récoltés (0,57%) par rapport au total des Calliphoridae récoltées durant cette saison. Nos résultats concernant cette espèce ne concordent pas avec la littérature où plusieurs auteurs signalent sa présence avec des taux importants durant leurs enquêtes menées en périodes froides (Wyss & Cherix, 2006 ; Gennard, 2007 ; Bouleknefet, 2016). Sa présence a même été signalée dans des conditions extrêmes tel un cadavre enseveli dans la neige (Wyss *et al.*, 2003). Cette espèce, bien qu'inféodée au froid (Charabidze *et al.*, 2012), n'a pas été retrouvée dans nos captures hivernales car, nous n'avons pu déposer le cadavre qu'à la fin de la saison où les températures s'élèvent, ne favorisant pas son arrivée.

*Lucilia silvarum* est également peut présente dans notre étude, elle est rencontrée durant le printemps et l'hiver avec de faibles effectifs, respectivement 7 et 21 spécimens soit 2,01% et 9,29% des Calliphoridae récoltées durant chaque saison. Cette espèce n'est pas signalée par Bouleknefet (2016) qui a mené une étude similaire à Skikda. Cet auteur rapporte la présence de *Lucilia illustris* qui est absente de notre inventaire. En effet, la présence des espèces varie selon la région d'étude, ce qui explique en partie ce résultat.

L'espèce *Chrysomya albiceps* est absente durant la saison automnale et hivernale. Cependant, c'est la seule espèce appartenant à la famille des Calliphoridae récoltée durant la saison estivale, elle est également rencontrée au printemps mais faiblement représentée avec 2 spécimen soit 0,57% des Calliphoridae récoltées durant cette saison. C'est une espèce signalée dans plusieurs pays d'Europe en l'occurrence l'Autriche, la Belgique, l'Italie, la République Tchèque et la Suisse (Wyss & Cherix, 2006, 2013 ; Gosselin & Braet, 2008 ; Lambiase & Camerinie, 2012). En Algérie, elle est signalée par Boulkenafet *et al.*, 2015 et Guerroudj & Berchi, 2016.

En été, la famille qui domine est celle des Muscidae avec 38,88% suivie de celle des Calliphoridae avec 20,37%. Néanmoins, les représentants de cette dernière famille restent les premiers à visiter le cadavre grâce à leur système olfactif particulièrement développé, qui leur permet de détecter la présence d'un corps à très grande distance (Charabidze, 2012a). Durant cette saison estivale, c'est l'espèce *Chrysomya albiceps* qui vient visiter le cadavre en premier.

Concernant la famille des Muscidae, nos résultats concordent avec ceux de Bouleknefet *et al.*(2015) dans la région de Skikda. En effet, les auteurs signalent les mêmes espèces à

savoir : *Musca domestica* et *Muscina stabulans*. Pour le genre *Hydrotaea*, nos résultats diffèrent de ces auteurs qui ont signalé la présence de l'espèce *Hydrotaea capensis* contre *Hydrotaea dentipes* pour nos prospections.

Nos investigations se rapprochent de celles réalisées par Wyss sur une série de cadavres de porcs (Wyss & Cherix, 2006). Ces auteurs révèlent que la diversité des Diptères nécrophages varie selon les saisons. Par ailleurs, la plupart des espèces que nous avons inventoriées sont signalées par ces auteurs.

Les Coléoptères interviennent plus tardivement que les Diptères, lors de la dégradation des graisses qui dégage des acides gras volatils comme l'acide butyrique (Charabidze, 2012a). Ils apparaissent le deuxième jour pour les saisons printemps, automne et hiver, représentés par les familles des Trogidae, plus celle des Silphidae pour le printemps. Pour la saison été, les Coléoptères interviennent à partir du troisième jour et la première famille qui colonise le cadavre est celle des Cleridae. Nous expliquons l'arrivée tardive des Coléoptères par rapport à celle des Diptères par le fait que la plupart des espèces de Coléoptères telles *Dermestes peruvianus*, *Créophylus maxillosus*, *Saprinus semistriatus* et *Hister unicolor* sont prédatrices de larves de Diptères et donc, leur arrivée nécessite la présence des larves.

Nous remarquons que la famille des Dermestidae est la mieux représentée des Coléoptères récoltés sur l'ensemble des quatre saisons avec 22,14% de toute la faune récoltée. Cependant, elle est absente en automne et faiblement représentée en été avec uniquement 4 spécimens récoltés. Elle est représentée par l'espèce *Dermestes peruvianus*. Cette famille est suivie par celle des Silphidae (11,16%) et celle des Histeridae (10,98%); le reste des familles sont faiblement représentées. Ce résultat corrobore ceux d'Anton *et al.* (2011) dans une étude réalisée sur huit cadavres de porc et ceux de Guerroudj & Berchi (2016) dans une étude réalisée sur six cadavres de chiens et deux cadavres de lapins. Ces auteurs rapportent l'abondance des deux premières familles à savoir les Dermestidae et les Histeridae durant leurs prospections.

#### **4.2. Influence de la température sur l'arrivée de la faune nécrophage**

Les effets du climat sur la décomposition et la succession d'insectes ont été étudiés et rapportent généralement, que les carcasses exposées au soleil se décomposent plus rapidement

que celles placées à l'ombre (Shean *et al.*, 1993; Joy *et al.*, 2006) et présentent différents modèles de succession d'insectes (Sharanowski *et al.*, 2008).

Les espèces d'insectes associées au cadavre et leurs temps de colonisation varient selon de nombreux facteurs. L'un des plus importants étant la région géographique ou la zone biogéoclimatique. La zone biogéoclimatique définit l'habitat, la végétation, le type de sol et les conditions météorologiques de la zone qui, évidemment, a un impact majeur sur les types et les espèces d'insectes présents, ainsi que leur disponibilité saisonnière (Anderson, 2010). C'est l'une des raisons pour lesquelles, des bases de données devraient être développées pour chaque zone biogéoclimatique dans laquelle les insectes sont utilisés en entomologie médico-légale (Anderson, 1995, 2010; Anderson & VanLaerhoven, 1996). La saison de l'année, les températures ambiantes et l'habitat sont également des facteurs importants qui déterminent la composition et la structure de la faune cadavérique (Smith, 1986).

La température, surtout lorsqu'elle est élevée, a un rôle primordial sur l'activité des insectes mais il ne semble pas être le seul paramètre physique déterminant pour leur arrivée (Charabidze *et al.*, 2012). En effet, la présence de pontes de Calliphoridae sur un cadavre placé sous la neige aurait été signalée par Wyss *et al.* (2003).

Au printemps, nous avons enregistré de grandes variations de température durant les 34 jours de prospection (6°C à 19,6°C). Si l'on s'en réfère aux effectifs des insectes récoltés, soit 33,95% de la faune totale des quatre saisons, le printemps offre des conditions favorables à l'arrivée de la faune nécrophage.

L'automne se montre faible en effectifs car la température baisse. Cela indique des conditions défavorables pour l'arrivée et l'activité des insectes nécrophages (Charabidze *et al.*, 2012).

La température moyenne enregistrée en été (29,6°C) est relativement élevée, ce qui devrait permettre d'avoir un effectif conséquent de la faune nécrophage. En effet, des températures élevées favorisent l'activité des insectes adultes voire leur vitesse de vol. Ils deviennent cependant plus difficiles à capturer, surtout par la méthode active, que nous avons adopté. Cela expliquerait pourquoi les effectifs de la faune nécrophage récoltée en été sont faibles. Il n'en reste pas moins que le nombre observé de visu dépasse de loin celui des insectes récoltés. Selon Hall (1995) in Charabidze *et al.* (2012) il n'existe pas de solution

idéale qui permettrait une capture optimale de l'ensemble des espèces. Cet état de fait n'entrave en rien la décomposition du cadavre durant l'été. En effet, se sont les larves qui interviennent dans la décomposition des cadavres dont les effectifs s'évaluent en terme de masse larvaire. Cette dernière est particulièrement importante durant la période chaude (Charabidze *et al.*, 2012 ; Bouleknefet *et al.*, 2015).

Pour la saison hivernale, la récupération du substrat au niveau du service d'hygiène s'est faite tardivement et donc, nous n'avons pu échantillonner qu'à la fin de l'hiver début printemps. Cette période de l'année est marquée par des températures élevées et donc par des conditions favorables à l'arrivée des insectes nécrophages. La température moyenne de la période de prospection est de 15,12°C ce qui explique le total de spécimens capturés durant cette prospection à savoir 1296 spécimens. La durée de décomposition de ce cadavre (71 jours) explique en partie ce résultat qui est en désaccord avec ceux de Charabidze *et al.* (2012) en France, et ceux de De Cavalho & Linhares (2001) au Brésil, qui ont trouvé que l'hiver était la saison la moins riche en effectifs. Nos résultats sont justifiés par le fait que nos investigations ont été menées à la fin de l'hiver et par conséquent en désaccord avec les auteurs cités.

Si l'étude des données climatiques renseigne sur l'activité des insectes nécrophages, elle ne permet pas de déterminer l'état des populations (Goodbrod & Goff, 1990). Ainsi, l'absence d'une espèce peut s'expliquer certes, par de mauvaises conditions climatiques responsables d'une inactivité des insectes, mais aussi par un effectif restreint de la population sur le site d'étude. Réciproquement, une température locale favorable aux insectes ne suppose pas obligatoirement la présence d'une nécrofaune (Faria *et al.*, 2004).

#### **4.3. Décomposition cadavérique et arrivée des mouches bleues et mouches vertes selon les différents stades**

Après le décès, l'arrêt des phénomènes d'homéothermie entraîne une égalisation progressive de la température du corps avec celle de son environnement, c'est de là que commence la décomposition cadavérique. Ce sont les odeurs émises par un cadavre au cours de la décomposition qui sont responsables de sa colonisation par les insectes nécrophages. Ces odeurs sont constituées d'un mélange de molécules chimiques (Dekeirsschieter *et al.*, 2009) dont les insectes nécrophages sont capable de percevoir assez rapidement alors qu'elles ne le sont pas par l'humain.

La colonisation du corps par la faune nécrophage est principalement responsable de la décomposition qui entraîne des changements biologiques, chimiques et physiques au niveau du cadavre (Anderson, 2001).

Vass (2001) confirme que la décomposition cadavérique commence quelques minutes seulement après la mort, ce qui est maintenu dans nos résultats où nous remarquons l'arrivée des Diptères Calliphoridae, juste après le dépôt des substrats.

La détermination des stades de décomposition cadavérique varie selon les auteurs. En effet, Fuller (1934) in Kocarek, 2003) pense qu'il existe trois stades alors que Reed (1958) en voit quatre, Payne (1965) lui a divisé la décomposition en cinq stades distincts. De toutes ces divisions, c'est celle de Reed qu'est recommandée dans l'application en médecine légale et celle que nous avons retenu.

Dans notre étude, nous remarquons que le principe des quatre stades (le stade frais, le stade de gonflement, la décomposition avancée et enfin le stade de dessèchement ou bien squelettisation) est bien maintenu, ce qui corrobore avec plusieurs auteurs (Anderson & VanLaerhoven, 1996 ; Galloway, 1997 ; Beneck, 2002 ; Tabor *et al.*, 2004 ; Galal *et al.*, 2009 ; Goff, 2009 ; Anton *et al.* 2011).

Durant nos prospections, le premier stade de décomposition a duré entre deux et six jours pour les quatre saisons. Ce résultat est semblable à celui de Bouleknefet *et al.* (2015), qui rapporte que ce stade dure entre deux et quatre jours.

Le stade de gonflement dure entre deux et onze jours. Il est caractérisé par les changements morphologiques sur le cadavre particulièrement son volume. Nos résultats montrent que ce stade est plus long en hiver et au printemps. Ces résultats se rapprochent de ceux de Kocarek (2003), sur un substrat expertisé en été. Nous avons également remarqué la présence d'une masse larvaire au niveau de l'abdomen, ce qui corrobore les travaux de Bouleknefet *et al.* (2015).

Le stade de décomposition avancée dure entre 3 et 26 jours. Cette durée diffère selon les saisons. En effet, plus la température est élevée, plus la décomposition est rapide et vice versa (Tantawi *et al.* 1996 ; Wyss & Cherix, 2006). D'après nos résultats, nous remarquons que ce stade est plus long en hiver et au printemps (respectivement 26 et 13 jours) et plus court en automne et en été (5 et 3 jours).

Le stade de dessèchement (squelettisation) varie entre 4 et 28 jours, il est plus long durant les périodes froides autrement dit en hiver et en automne avec respectivement 28 et 13 jours. Cependant, ce stade est très court durant la période chaude qui s'étale sur la saison printanière et estivale avec respectivement 5 et 4 jours.

Dans notre étude, nous avons remarqué la présence des mouches bleues et vertes (Diptères, Calliphoridae) et ce, durant les quatre stades de décomposition pour l'ensemble des quatre expérimentations. Cependant, les effectifs différents selon le stade et la saison.

Nous remarquons que les mouches bleues (*Calliphora*) sont présentes durant les trois premiers stades de la décomposition au printemps. Cependant, plus fréquentes durant le stade frais. Ce résultat coïncide avec celui de Wyss & Cherix (2006) et Bouleknefet *et al.* (2015) qui rapportent que l'espèce *Calliphora vicina* (mouche bleue) est présente sur les cadavres dès le premier jour.

En été, ces mouches bleues sont absentes durant les quatre stades de décomposition. Selon Charabidze *et al.* (2012), cette espèce (*Calliphora vicina*) est bien adaptée au froid, elle est active à partir de 4,5°C (Wyss *et al.* 2003). En effet, cette espèce préfère les températures basses ce qui explique son absence dans nos captures en été.

En automne, les mouches bleues n'apparaissent qu'aux deux derniers stades.

Pour la saison hivernale, ces mouches sont présentes durant les quatre stades de décomposition mais avec abondance durant le stade de gonflement.

Quant aux mouches vertes, elles sont présentes durant les quatre stades de décomposition pendant la saison printanière. Elles sont par ailleurs, très bien représentées durant les trois premiers stades de décomposition avec respectivement 98, 108 et 77 spécimens. Pour le dernier stade, nous n'avons réussi à capturer que 2 spécimens, valeur qui est négligeable par rapport aux trois précédents. L'espèce dominante pour cette saison est *Lucilia sericata* (mouche verte) avec un total de 276 spécimens. Selon Charabidze *et al.* (2012), cette espèce est bien adaptée à la chaleur, ce qui justifie le nombre relativement élevé de cette espèce au printemps dans nos captures.

En été, les mouches vertes sont présentes mais avec de faibles effectifs : 3, 6, 1 et 1 spécimens pour les quatre stades respectifs de la décomposition. Ces mouches très présentes

en observation étaient toutefois très difficiles à capturer. Cela s'explique comme nous l'avons déjà mentionné par leur vitesse de vol élevée durant cette saison.

Ces mouches (vertes) sont très faibles en effectifs durant l'automne dans tous les stades de décomposition. Cela peut s'expliquer par leur préférence pour les périodes chaudes (Charabidze *et al.*, 2012).

Concernant le cadavre d'hiver, les mouches vertes sont absentes durant le premier stade à savoir le stade frais. Cela s'explique par les basses températures enregistrées lors du dépôt du cadavre (11.03.2013), à la fin de l'hiver. Néanmoins, les effectifs relativement élevés s'observent une semaine plus tard (17.03.2013), au cours du stade de gonflement. A cette période, c'est le début du printemps qui explique l'élévation de la température favorisant ainsi l'arrivée des mouches vertes (Calliphoridae).

Concernant les espèces *Lucilia sericata* (mouche verte) et *Calliphora vicina* (mouche bleue), nos résultats montrent bien leurs premières apparitions et leurs abondances respectives durant les saisons du printemps et automne /hiver. Ces résultats sont en parfait accord avec les études menées par Bensaada *et al.* (2014) et Wolff *et al.* (2001).

Les travaux antérieurs de Erzinçlioglu (1996) ; Tomberlin & Adler (1998) ; Cruickshank & Wall (2002) ; Schroeder *et al.* (2003) ; Archer (2003) ; Henning (2005) ; Sabanoglu & Sert (2010) et Battan & Linhares (2011) sont en accord avec les résultats obtenus dans cette présente étude, notamment l'arrivée et les préférences saisonnières de ces espèces. En effet, nos résultats révèlent que les mouches bleues sont plus adaptées au froid, contrairement aux mouches vertes qui sont plus adaptées à la chaleur.

#### **4.4. Diversité de la faune nécrophage**

L'une des caractéristiques essentielles de tout peuplement est son degré d'organisation (Daget, 1976) ; généralement dans un milieu donné on a un indice de diversité élevé lorsque les conditions de vie sont favorables. Dans le cas contraire, les valeurs enregistrées sont faibles. Bigot & Bodot (1973), signalent que lorsque les conditions de vie dans un écosystème sont favorables à l'ensemble, on observe de nombreuses espèces. Chacune d'elle est représentée par un nombre d'individus tel que, l'indice de diversité est alors élevé. Par contre, lorsque les conditions sont défavorables on ne trouve qu'un nombre réduit d'espèces, la valeur de l'indice est alors faible. D'après nos résultats, la saison la plus diversifiée en espèces

est l'hiver où l'indice de diversité  $H'$  est de 3,69 bits. Cette valeur se rapproche de celle de la diversité maximale  $H'_{\max}$  (4,75 bits) ce qui signifie que la faune nécrophage est diversifiée. L'équitabilité  $E = 0,78$  tend vers 1 ce qui signifie que les populations récoltées durant cette saison sont en équilibre entre elles.

L'indice de diversité de Shannon observé durant la saison printanière ( $H'=3,19$ bits) se rapproche de la diversité maximale ( $H'_{\max}=4,39$  bits) ce qui signifie que la population de la nécrofaune récoltée est diversifiée durant cette saison. Si l'on s'en réfère à l'équitabilité  $E=0,73$  pour cette saison, on peut déduire que la population récoltée est en équilibre. Cet équilibre est constaté bien qu'une espèce en l'occurrence *Lucilia sericata* soit dominante. En effet, toutes les autres espèces présentes dans la population sont faiblement représentées.

Ainsi, selon Daget (1976) lorsque la valeur de l'équitabilité tend vers 1, cela traduit un équilibre entre les effectifs des différentes populations en présence. C'est bien le cas de nos résultats observés au printemps. Nous expliquons cela par les températures qui sont favorables à l'arrivée des insectes nécrophages.

En été, la faune est moins diversifiée que celle du printemps ( $H'=2,42$  bits) mais bien équilibrée avec une équitabilité  $E=0,81$ . Ces résultats sont en accord avec Charabidze *et al.* (2012) qui les ont expliqué par ce qu'ils appellent, variations saisonnières typiques.

La saison la moins diversifiée de toutes, est celle de l'automne, vu que l'indice de Shannon pour cette saison prend la valeur la plus faible par rapport aux deux autres ( $H'=1,67$  bits). Néanmoins, il y a un certain équilibre dans la population ( $E=0,59$ ) vu que cette équitabilité tend vers 1. Le faible indice de diversité s'explique par les conditions climatiques, notamment, la température et l'hygrométrie qui ne sont pas favorables à l'arrivée des insectes durant cette saison.

#### **4.5. Comparaison des effectifs des mouches bleues et des mouches vertes par l'analyse de la variance (ANOVA)**

Nous avons comparé les effectifs des mouches bleues et des mouches vertes par l'analyse de l'ANOVA qui a montré qu'au printemps, il y a une différence très hautement significative entre les effectifs de ces deux types de mouches ( $p= 0,0001$ ). En effet, les mouches vertes sont les mieux représentées. Cela s'explique par les températures élevées qui favorisent leur arrivée.

En été, l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative ( $p= 0,526$ ) entre les effectifs des deux groupes de mouches. Les mouches vertes sont connues pour leur capacité à s'adapter aux températures élevées (Charabidze *et al*, 2012). Cependant, leur vitesse de vol était relativement importante à réduit l'effectif dans nos captures. Nos résultats sont en désaccord avec ceux de Charabidze *et al*. (2012) qui a trouvé que les mouches vertes étaient les plus représentées avec un total de 1391 spécimens contre seulement 759 spécimens appartenant aux mouches bleues. Le résultat conséquent de ces auteurs se justifie par le fait qu'ils ont utilisé trois pièges attractifs simultanément pour maximiser le nombre d'individus capturés.

En automne, l'ANOVA ne montre pas également de différence significative ( $p= 0,526$ ) entre les effectifs des mouches bleues et vertes.

Par contre, en hiver, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative ( $p= 0,0001$ ) entre les effectifs des mouches récoltées. En effet, les mouches vertes dominant les mouches bleues. Ce résultat, ne concorde pas avec celui de Charabidze *et al*. (2012), nous expliquons cela par le dépôt du cadavre qui s'est effectué vers la fin de l'hiver, début printemps.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les études réalisées sur les insectes nécrophages en Algérie sont fragmentaires et limitées, une connaissance des espèces responsables de la décomposition cadavérique est alors indispensable, d'où le choix de notre thème. La famille la plus importante est celle des Calliphoridae ; les espèces appartenant à cette famille sont considérées comme de véritables bio-indicateurs en entomologie médico-légale (Wyss & Cherix, 2006). Nous nous sommes alors intéressés à cette famille pour mieux appréhender leurs activités saisonnières et leur rôle dans le processus de décomposition.

Nos expertises effectuées sur quatre cadavres de chiens durant les quatre saisons de l'année 2012/2013, nous ont permis de récolter un total de 2132 insecte nécrophage dont 43,99% sont des Diptères, 55,44% sont des Coléoptères et 0,56% sont des Hyménoptères.

L'identification des spécimens nous a permis de recenser six familles appartenant à l'ordre des Diptères (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae et Anthomyiidae), sept appartenant à l'ordre des Coléoptères (Dermestidae, Staphylinidae, Trogidae, Silphidae, Histeridae, Cleridae et Nitidulidae) et une seule famille appartenant à l'ordre des Hyménoptères notamment celle des Pteromalidae. Par ailleurs, toutes les espèces identifiées font références à plusieurs travaux incluant des clés de détermination (Zimmerman, 1939 ; Peacock, 1993 ; Hastir & Gaspar, 2001 ; Jameson & Ratcliffe, 2002 ; Wyss & Cherix, 2006 ; Hagadorn & Price, 2012 ; Hackston, 2012 ; Szpila, 2012).

Le suivi du processus de décomposition des quatre cadavres durant les quatre saisons révèle que la décomposition du substrat expertisé en hiver est très lente par rapport aux trois autres cadavres. Par contre, la décomposition du substrat expertisé en été est la plus courte. Par ailleurs, plus la saison est froide, plus la décomposition est lente alors que lorsque la saison est chaude, la décomposition est rapide.

L'étude de la faune nécrophage par les indices écologiques de diversité révèle que la saison printanière est la plus diversifiée par rapport aux trois autres saisons. Les conditions climatiques au printemps telle la température semble favorable pour l'arrivée et l'activité des insectes.

Les résultats concernant l'étude menée sur les Diptères, Calliphoridae montrent que les mouches bleues du genre *Calliphora* sont plus abondantes et actives durant les saisons froides (automne et hiver), contrairement aux mouches vertes appartenant aux genres *Lucilia* et *Chrysomia* lesquelles sont plus actives durant les saisons chaudes (printemps et été). Par ailleurs, nos résultats corroborent avec plusieurs études antérieures où les auteurs signalent que les mouches bleues sont les plus adaptées au froid et que les mouches vertes sont les plus adaptées à la chaleur. De là, des études plus approfondies concernant la biologie et le développement larvaire des espèces appartenant à cette famille (Calliphoridae), et dans différentes conditions climatiques devraient être envisagées pour mieux connaître leur cycle de vie et mieux comprendre leur activité et leurs préférences saisonnières.

La présente étude constitue un premier pas vers la connaissance des insectes nécrophages inféodés aux cadavres dans notre pays. Plusieurs expertises effectuées dans différentes régions du pays et dans différents biotopes sont alors à proposer.

Hormis ces perspectives, l'étude des Coléoptères nécrophages bien représentés dans notre étude ainsi que leur cycle de vie est d'un intérêt certain pour apporter notre contribution en entomologie medico-légale.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Al-Mesbah H., Moffatt C., El-Azazyc O.M.E. & Majeedd Q.A.H., 2012.** - The decomposition of rabbit carcasses and associated necrophagous Diptera in Kuwait. *Forensic Science International*, **217**: 27-31

**Amendt J., Krettek R., & Zehner R., 2004.** - Forensic Entomology. *Naturwissenschaften*, **91**: 51-65. *Annual Review of Entomology*, **37**: 253-272.

**Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H.N. & Hall M.J.R., 2007.** - Best practice in forensic entomology – standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, **121** (2): 90-104.

**Amendt J., Goff M. L., Campobasso C. P. & Grassberger M., 2010.** – Current Concepts in Forensic Entomology. Springer, *Dordrecht*, 93-108.

**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.

**Anderson G.S., VanLaerhoven S.L., 1996.** - Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Science*, **41**: 617-25.

**Anderson G. S., 1995.** - The use of Insects in Death Investigations: An Analysis of Cases in British Columbia over a Five Year Period. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, **28**(4) : 277-292.

**Anderson J. F., 1996.** – Metabolic Rates of Resting Salticid and Thomisid Spiders. *American Arachnological Society*, **24**(2): 129-134.

**Anderson G.S., 2001.** - Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In *Forensic entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations* (ed. By J.H. Castner & J.L. Byrd). *CRC Press, Boca Raton, FL*, 143-169.

**Anderson G. S., 2010.** - Factors that influence insect succession on carrion. In: Byrd J.H., Castner J.L., editors. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. Boca Raton: CRC Press; 201–50.

**Anonyme, 2010.** - <http://www.google.dz/images>.

**Anton E., Niederegger S. & Beutelr G., 2011.** - Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. *Medical and Veterinary Entomology*, **4**: 353-64.

**Archer M. S. & Elgar M. A., 2003.** – Effects of decomposition on carcass attendance in a guild of carrion-breeding flies. *Medical and veterinary entomology*, **17**: 263-271.

**Archer M.S., 2003.** - Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. *Australian Journal of Zoology*, **51**:569-76.

**Arnaldos I., Romera E., Garcia 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 Légal Médecine*, **114**: 156-162.

**Arnaldos M.I., Garcia M.D., Romera E., Presa J.J. & Luna A., 2005.** – Estimation of Postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*. **149**: 57-65.

**Battán M. & Linhares A.X., 2011.** - Seasonal composition and temporal succession of necrophagous and predator beetles on pig carrion in central Argentina. *Medical and Veterinary Entomology*, **25**(4):395-401.

**Battan Horenstein M., Linhares A. X., Rosso B. & Garcia M. D., 2007.** – Species composition and seasonal succession of saprophagous Calliphorids in a rural area of Cordoba. Argentina. *Biological Research*, **40**: 163-171.

**Beneck M., 2001.** - A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, **120** : 2-14.

**Beneck M., 2002.** - Les insectes judiciaires. *Pour la Science*, **296** : 76-83 p.

**Benmira S., 2010.** - Contribution à l'étude systématique des insectes nécrophages d'intérêt médico-légal, Mémoire de Master Université de Constantine, 39p.

**Benmira S. E. B., Guerroudj F. Z., Berchi S. & Aouati A., 2017.** – Seasonal study of scavenger wildlife of forensic interest in Constantine (Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **5**(2): 1251-1256.

**Bensaada F., Baba Aissa N., Saifi M. & Doumandji S., 2014.** - First data on insects to forensic interest in the region of Gouraya, Algeria. *International journal of agriculture innovations and research*, **3**: 461-466

**Bigot L. & Bodot P., 1973.** – Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*. Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et milieu*, **23** :299-249

**Blondel J., 1979.** - Biogéographie et écologie. *Ed. Masson, Paris*, 173 p.

**Bouchehit H., 2014.** - Contribution à l'étude des Coléoptères impliqués dans la décomposition de substrats de petites tailles. Cas particulier *Dermestes peruvianus* Laporte de Castelnau, 1840 Insecta Coleoptera. Mémoire de Master Université de Constantine, 52p.

**Boulkenafet F., Berchi S. & Lambiase S., 2015.** - Preliminary study of necrophagous Diptera succession on a dog carrion in Skikda, north-east of Algeria. *Journal of entomology and zoology studies*, **3**(5): 364-369.

**Boulkenafet F., 2016.** - Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires. Thèse Doctorat, Université des frères Mentouri, Constantine. 139p.

**Bourel B., Martin-Bouyer L., Hedouin V., Cailliez J.C., Derout D. & Gosset D., 1999.** - Necrophilous insect succession on rabbit carrion in sand dune habitats in northern France. *Journal of Medical Entomology*, **36**:420-425.

**Bournemissza G. F., 1957.** - An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology*, **5**: 1-12.

**Bucheli S. R., Bytheway J. A., Pustilnik S. M. & Florence J., 2009.** – Insect successional pattern of a corpse in cooler months of subtropical southeastern Texas. *Journal of Forensic Sciences*, **54**(2): 452-455.

**Byrd J. H. & Castner J. L., 2000.** - Forensic entomology, Utility of Arthropods in Legal Investigations. *Boca Raton*: CRC Press, 440 p.

**Byrd J.H. & Castner J.L., 2009.** - Insects of forensic importance. In: Byrd J.H. & Castner J.L., eds. Forensic entomology – The utility of arthropods in legal investigations. *Boca Raton*, FL, USA: CRC Press, 39-126.

**Byrd J. H. & Castner J. L., 2010.** - Insects of forensic importance. In Forensic entomology: the utility of using arthropods in legal investigations (ed. by J.H. Castner & J.L. Byrd) *CRC Boca Second Edition, Raton, FL*, 29-126

**Campobasso C.P., Di Vella G., Introna F., 2001.** - Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*. **120**: 18-27

**Carter D. O., Yellwlees D. & Tibbett M., 2007.** - Cadaver decomposition in terrestrial ecosystem. *Naturwissenschaften*, **94**: 12-24.

**Carvalho L. M. L., Thyssen P. J., Linhares A. X. & Palhares F., 2000.** – A checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, **95**(1): 135-138.

**Catts E. P., 1990.** – Analyzing Entomological Data. In Entomology and Death. A Procedural Guide, edited by Catts E. P. & Haskell N. H. *Joyces Print Shop, Clemson, SC*, 124-137.

**Catts E.P. & Goff M.L., 1992.** - Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. *Journal of Agricultural Entomology*, **9**: 245–255.

**Catts E. P. & Haskell N. H., 1990.** – Entomology and Death- A Procedural Guide. *Joyce's Print Shop, Inc. Clemson, SC.*

**Chapman R. F., Sankey J. H. P., 1955.** - The larger invertebrate fauna of three rabbit carcasses. *Journal of animal Ecology*, **24**: 395-402.

**Charabidze D. & Bourel B., 2007.** - Les insectes au service de la justice. *Insectes*, **147**(4) : 29-32.

**Charabidze D. & Gosselin M., 2014.** - Insectes, cadavres et scènes de crime. Principes et applications de l'entomologie médico-légale. Ed. *De Boeck*, 261 p.

**Charabidze D., Morvan G., Dupont D., Gosset D. & Bourel B., 2008.** - Foreseek : un programme de simulation du développement des insectes nécrophages dédié à l'entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, **44**: 385-392

**Charabidze D., Hedouins V. & Gosset D., 2012.** - Que font les mouches en hiver ? Etude des variations hebdomadaires et saisonnières des populations d'insectes nécrophages. *La revue de médecine légale*, **3** : 120-126

**Charabidze D., 2008.** - Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale. Thèse Doctorat, Université de Lille, 205 p.

**Charabidze D., 2012a.** - La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. *Annales de la société entomologique de France*, **48**(3-4) : 239-252

**Charabidze D., 2012b.** - Les prélèvements entomologiques. *Société Française de Médecine Légale*. 1p

**Chin H. C., Ahmad N. W., Lim L. H., Jeffery J., Omar B., Dhang C. C., Weng L. K. & Sofi an-Azirun M., 2009.** - Predation on pupa of *Chrysomya rufi facies* (Marquart) (Diptera: Calliphoridae) by parasitoid, *Exoristobia philippinensis* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Ophyra spinigera* larva (Diptera: Muscidae). *Tropical Biomedicine*, **26**: 369-372.

**Chinery M., 2005.** - Insectes de France et d'Europe occidentale, Paris : Flammarion, 192 p.

**Clarck K., Evans L. & Wall R., 2005.** - Growth rates of the blowfly, *Lucilia sericata*, on different body tissues. *Forensic science international*, **156** : 145-149.

**Cruickshank I. & Wall R., 2002.** -Population dynamics of the sheep blowfly *Lucilia sericata*: seasonal patterns and implications for control. *Journal of applied ecology* , **39** (3):493-501.

**Daget J., 1976.** - Les méthodes mathématiques en écologie. *Ed. Masson*, Paris, 172p.

**Dajoz R., 2000.** - Précis d'écologie. 7<sup>ème</sup> Ed. *Dunod, Paris*, 443p.

**De Cavalho L. M. L. & Linhares A. X., 2001.** – Seasonality of Insect Succession and Pig Carcass Decomposition in a Natural Forest Area in Southeastern Brazil. *Journal of Forensic Science*, **46**(3): 604-608.

**Dekeirsschieter J., Verheggen F.J., Gohy M., Hubrecht F., Bourguignon L., Lognay G. & Haubruge E., 2009.** - Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. *Forensic Science International*, **189**: 46-53.

**Dekeirsschieter J., Verheggen F. J., Bonnet S. & Haubruge E., 2012a.** - Recensement des Silphidae dans les collections entomologiques des étudiants de Gembloux Agro-Bio Tech sur la période 2001-2010. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, **64** (1): 15-21

**Dekeirsschieter J., Verheggen F. J., Frederickx C., Marlet C., Lognay G. & Haubruge E., 2012b.** - Comment les insectes communiquent-ils au sein de l'"écosystème-cadavre"?

L'écologie chimique des insectes nécrophages et nécrophiles. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, **65** : 3-13.

**Dekeirsschieter J., Charabidzé D. & Haubruge M., 2014.** - Marcel Leclereq, un pionnier de l'entomologie forensique. In *Insectes, cadavre et scènes de crime: Principe et application de l'entomologie médico-légale* (ed. By D. Charabidzé & M. Gosselin). *Deboeck*, 21-35.

**Dekeirsschieter J., 2007.** - Etudes des odeurs émises par des carcasses de porcs (*Sus domesticus* L.) en décomposition et suivi de la colonisation postmortem par les insectes nécrophages. Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du grade de Bio ingénieur en Nature, Eaux et Forêts. 104p.

**Dekeirsschieter J., 2012.** - Etude des interactions entre l'entomofaune et un cadavre: approches biologique, comportementale et chémo-écologique du coléoptère nécrophage, *Thanatophilus sinuatus* Fabricius (Col., Silphidae). Thèse de Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Université de Liège, 284p.

**Djeghar R. & Roubhi H., 2013.** - Contribution à l'étude de l'implication des coléoptères nécrophages dans la décomposition d'un substrat animal. Cas particulier de *Silpha rugosa* L., 1758. Mémoire de Master Université de Constantine, 61p.

**Early M. & Goff M.L., 1986.** - Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology*, **23**:520-531.

**Easton A. M. & Smith K. G. V., 1970.** - The entomology of the cadaver. *Medicine, Science dan the law*, **10**: 208-215.

**Eberhardt T. L. & Eliot D. A., 2008.** - A preliminary investigation of insect colonisation and succession on remains in New Zealand. *Forensic Science International*, **176**: 217-223.

**Erzinçlioglu Z., 1996.** - Blowflies. *Slough: The Richmond Publishing Co*, 71p

**Faria L. D., Godoy W. A. & Trinca L. A., 2004.** - Dynamics of handling time and functional response by larvae of *Chrysomya albiceps* (Dipt., Calliphoridae) on different prey species. *Applied Entomology*, **128** : 432-436

**Faucherre J., Cherix D. & Wyss C., 1999.** - behaviour of *Calliphora vicina* (Diptera Calliphoridae) under extreme conditions. *Journal of Insect Behavior*, **12**(5): 687-90.

**Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F. & Haubruge E., 2010.** - Electrophysiological and behavioral activity of selected cadaveric volatile molecules in the greenbottle fly: *Lucilia sericata*. 20th International Symposium on the Forensic Sciences of the Australian and New Zealand Forensic Science Society (ANZFSS 2010). Sydney, Australie. 5-9.

**Frederickx C., Dekeirsschieter J., Verheggen F. J. & Haubruge E., 2011.** - L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, **63** (4), 237-249

**Frontier S., 1983.** - L'échantillonnage de la diversité spécifique. In Stratégie d'échantillonnage en écologie, *Frontier et Masson édit., Paris (Coll. d'Ecologie)*, **XVIII**, 494 p.

**Galal L. A., Abd-El-hameed S. Y., Attia R. A. H. & Uonis D. A., 2009.** - An initial study on arthropod succession on exposed human tissues in assiut, Egypt. 23 p.

**Galloway A., 1997.** - The process of decomposition: a model from the arizona-sonoran desert. In *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains* (ed. by W.D. Haglund & M.H. Sorg). *CRC Press, Boca Raton, FL*, 139-149.

**Gaudry E., 2002.** - Eight squadrons for one target: the fauna of cadaver described by J.P. Mégnin. *Proceeding of the First European Forensic Entomology Seminar*, Rosny-sous-Bois, France, 31-36.

**Gaudry E. & Dourel L., 2009.** - Guide des Coléoptères d'Europe. *Coll. Arthaud*, 5-29.

**Gennard D. E., 2007.** - Forensic Entomology An Introduction. *John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, 1st Ed.*, 224 p.

**Goff M. L., 1993.** - Estimating of post-mortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review*, **5**: 81-94.

**Goff M. L., 2000.** – A fly for the Prosecution. How Insect Evidence Helps Solve Crimes. *Harvard University Press, UK*. 306p.

**Goff M., 2009.** - Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental Applied Acarology*, **49**: 21-36.

**Goff M. L., 2010.** - Early postmortem changes and stages of decomposition. In Current Concepts in Forensic Entomology.(ed.by J. Amendt, C.P.Campobasso, M.L.Goff & M. Grassberger).Springer, London.pp. 1–24.

**Goodbrod J. R. & Goff M. L., 1990.** - Effects of larval population density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera). *CA Medical Entomology*, **27**: 338-43.

**Gosselin M. & Braet Y., 2008.** -Découverte de *Chrysomya albiceps* Wiedermann 1819 (Diptera, Calliphoridae), nouvelle espèce pour l'entomofaune nécrophage en Belgique et mise en évidence de son expansion a travers l'Europe. *Bulletin de la Société Royale Belge*, **144** : 22-28.

**Grassberger M. & Frank C., 2004.** - Initial study of arthropod succession on pig carrion in a central European urban habitat. *Journal of Medical Entomology*, **41**: 511-523.

**Greenberg B., 1991.** - Flies as forensic indicators. *Journal Medical Entomologie*, **28**: 77-565.

**Greenberg B. & Kunich J. C., 2002.** – Entomology and the law, Flies as Forensic Indicators. *United Kingdom at the University Press, Cambridge*, 304p.

**Guerroudj F. Z. & Berchi S., 2016.** – Effects of temperature on the development of carrion beetle *Silpha rugosa* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera : Silphidae) in Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **4**(5): 920-922.

**Gunn A., 2006.** - Essential Forensic Biology, *John Wiley & Sons, Ltd., Chichester*, 294 p.

**Hackston M., 2012.** <http://www.coleo-net.de/coleo/texte/asaphidion.htm>– Key to the UK species of Asaphidion.

**Hagadorn M. & Price, 2012.** - Quick Guide for the Identification of Maryland Scarabaeoidea. 54 p.

**Hall R. D., 2001.** - “Introduction: perceptions and status of forensic entomology,” in Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations, *J. H. Byrd and J. L. Castner, Eds.*, 1–15, *CRC Press, Boca Raton, Fla, USA*

**Hastir P. & Gaspar C., 2001.** - Diagnose d’une famille de fossoyeurs : les Silphidae. *Notes fauniques de Gembloux*, **44** : 13-25

**Henning J.S., 2005.** - Influence of weather conditions on fly abundance and its implications for transmission of rabbit haemorrhagic disease virus in the North Island of New Zealand. *Medical and Veterinary Entomology*, **19**(3):251-62.

**Hough G. D. N., 1897.** - The Fauna of Dead Bodies, With a Special Reference to Diptera. *British Medical Journal*, 1853-1854.

**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.

**Jameson M. L. & Ratcliffe B. C., 2002.** - Series Scarabaeiformia Crowson 1960, Superfamily Scarabaeoidea Latreille 1802, 1–5. In: Arnett, R. H., Thomas M., Skelley P. E. & Frank J. H., (eds.), *American Beetles*,(2). *CRC Press, Boca Raton, FL*. 861 p.

**Joy J.E., Liette N. L. & Harrah H.L., 2006.** - Carrion fly (Diptera: Calliphoridae) larval colonization of sunlit and shaded pig carcasses. *Forensic Science International*, **164**: 183-192.

**Kashyap V. K. & Pillay V. V., 1989.** - Efficacy of entomological method in estimation of postmortem interval: a comparative analysis. *Forensic Science International*, **40**: 245-50.

**Keh B., 1985.** – Scope and Applications of Forensic Entomology. *Annual Review of Entomology*, **30**: 137-154.

**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.

**Kocarek P., 2002.** - Diel activity patterns of carrion-visiting Coleoptera studied by time-sorting pitfall traps- *Biologia Bratislava*. **57**(2):199-211

**Kocarek P., 2003.** - Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology* **39**: 31 – 45.

**Lambiase S. & Camerini G., 2012.** - Spread and habitat selection of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera Calliphoridae) in Northern Italy: forensic implications. *Journal of forensic sciences* **57**: 799-801.

**Lane R. P., 1975.** - An investigation into blowflies (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses. *Journal of Natural History*, **9**: 581-588.

**Leclercq M. & Verstraeten C., 1992.** - Eboueurs entomologiques bénévoles dans les écosystèmes terrestres : observation inédite. *Note Faunique de Gembloux* **25** :17-22.

**Leclercq M., 1978.** - Entomologie et médecine légale : Datation de la mort. Collection de médecine légale et de toxicologie médicale. *Ed :Masson, Paris*, 108p.

**Leclercq M., 1990.** - Utilisation de larves de Dipteres- maggot therapy- en medicine: historique et actualité. *Bulletin et Annales de la Société royale Belge d'Entomologie*. **126**: 41-50.

**Leclercq M., 1996.** - A propos de l'entomofaune d'un cadavre de sanglier. *Bulletin et Annales de la Société royale Belge d'Entomologie*. **182** :417-422.

**Leclercq J., 2009.** - Marcel Leclercq (1924-2008), médecin, diptériste, parasitologue et pionnier de l'entomologie forensique. *Faunistic Entomology* **65** : 129-150.

**Lellouch J. & Lazar P., 1974.** - Méthodes statistiques en expérimentation biologique. *Ed.Flammarion Médecine Sciences Paris*, 283p.

**Marchenko M.I., 2001.** - Medicolegal relevance of cadaver entomofaune for the determination of time of death. *Forensic Science International*, **120**: 89-109.

**Martinez E., Duque P. & Wolff M., 2007.** - Succession pattern of carrion. –feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Science International*, **166**: 182-189.

**Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S. & Szpila K., 2008.** - An initial study of Insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International*, **18**: 61-69.

**Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S. & Szpila K., 2010a.** – Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and rate of decomposition. *Forensic Science International*, **194** (1-3): 85-93.

**Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S. & Szpila K., 2010b.** – Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. *Forensic Science International*, **195**(1-3): 42-51.

**Megnin P., 1894.** - La faune de cadavres. Application de l'Entomologie a la Medicine Legale. Encyclopedie scientifique des aides Mémoire. *Masson, Paris : Gauthier – Villars*.

**Mezedjri, L., 2008.** - Modélisation de l'impact de la pollution industrielle hydrique dans le golfe de Skikda (littoral Est-Algérien). Thèse doctorat en science de la Mer, Département des sciences de la Mer, Université Badji Mokhtar, Annaba, 147p.

**Miller J. S. & Naples V. L., 2002.** - Forensic Entomology for the Laboratory-based Biology Classroom. *American Biology Teacher*. **64** (2): 136-142

**Nia N., 2012** - Contribution à l'étude des coléoptères bio-indicateurs en entomologie forensique. Mémoire de Master Université des frères Mentouri de Constantine. 42p.

**Norris, K.R., 1965.** - The bionomics of blowflies. *Annual Review of Entomology*, **10**: 47-68.

**Ozdemir S. & Sert O., 2009.** - Determination of Coléoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. *Forensic Science International*, **183**(1-3): 24-32.

**Payne J. A., 1965.** - A summer carrion study on the baby pig (*Sus scrofa* L). *Ecology* **46**:592-602 .

**Peacock E. R., 1993.** - Adults and larvae of hide, larder and carpet beetles and their relatives (Coleoptera: Dermestidae) and of derodontid beetles (Coleoptera: Derodontidae). In: Dolling W. R. (ed) Handbooks for the identification of British insects. London: *Royal Entomological Society of London*, **5**: 1-144.

**Prado e Castro C. B., 2011.** - Seasonal Carrion Diptera and Coleoptera Communities from LISBON (PORTUGAL) and the utility of forensic entomology in legal medicine. *Annales de la société entomologique de France* (n.s.), **47** (1-2): 128-139.

**Ramade F., 1984.** - Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. Éd. McGraw. Hill. Paris. 397p.

**Ramdane E., 2011.** - Contribution à l'étude de la biodiversité des insectes nécrophages prélevés sur un cadavre animal, Mémoire de Master Université de Constantine. 59p.

**Reed H. B., 1958.** - A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects, *American Midland Naturalist*. **59**: 213–245

**Richards E. N. & Goff M. L., 1997.** – Arthropod Succession on Exposed Carrion in Three Contrasting Tropical Habitats on Hawaii Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology*, **34**(3-1): 328-339.

**Rivets, D.B & Dahlem G.A., 2014.** - The Science of forensic entomology. John Wiley & Sons, Ltd, pp.382.

**Rodriguez W. C., et Bass W. M., 1983-** Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Science*, **28** : 423-432.

**Rognes K., 1997.** – The Calliphoridae (Blowflies) (Diptera: Oestroidea) are Not a Monophyletic Group. *Cladistics*, **13**(1-2): 27-66.

**Sabanoglu B. & Sert O., 2010.** - Determination of Calliphoridae (Diptera) Fauna and Seasonal Distribution on Carrion in Ankara Province. *Journal of Forensic Sciences*, **55**(4):1003-7.

**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.

**Schoenly K., Goff M. L., Wells J. D. & Lord W. D., 1996.** – Quantifying Statistical Uncertainty in Succession – Based Entomological Estimates of the Postmortem Interval in Death Scene Investigations: A Simelation Study. *American Entomologist*, **42**(2-1): 106-112.

**Schoenly K. G., Haskell N. H., Hall R. D. & Gbur J. R., 2007.** – Comparative Performance and Complementarity of Four Sampling Methods and Arthropod Preference Tests from Human and Porcine Remains at the forensic Anthropology Center in Knoxville, Tennessee. *Journal of Medical Entomology*, **44**(5-1): 881-894.

**Schroeder H., Klotzbach H. & Puschel K., 2003.** - Insects' colonization of human corpses in warm and cold season. *Legal Medicine, (Tokyo)*; **5**(1):372-4.

**Sharanowski B. J., Walker E. G. & Anderson G. S., 2008.** - Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. *Forensic Science International*, **179**: 219–240.

**Shean B. S., Messinger L. & Papworth M., 1993.** - Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in Coastal Washington State. *Journal of forensic Sciences*, **38**(4).

**Smari H. K. & Louadi K., 2016.** - Development of *Calliphora vicina* (Robineau Desvoid) (Diptera: Calliphoridae) under different biotic and abiotic conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. **5**(1) : 683-691

**Smith K.G.V., 1986.** - A manual of forensic entomology. London: The Trustees of the British Museum, Natural History, 195 p.

**Sukontason K., Sukontason K. L., Piangjai S., Boonchu N., Kurahashi H., Hope M. & Olson J. K., 2003.** - Identification of forensically important fly eggs using a potassium permanganate staining technique. *Micron*, **3**: 391-395.

**Swift B., 2006.** - The Timing of Death. In: Rutty G.N. (Ed.). Essentials of Autopsy Practice. *Springer. London*. 189- 214.

**Szpila K., 2012.** - key for identification of European and Mediterranean blowflies (Diptera, Calliphoridae) of medical and veterinary importance- adult flies. *Forensic entomology, an introduction. Wiley-Blackwell, Chichester*; 77-81.

**Tabor. K., Bewster. C & Fell R., 2004.** - Analysis of the successional Patterns of Insects on Carrion in Southwest Virginia. *Journal of Medical Entomology*, **41**(4): 785-795.

**Tabor K. L., Fell R. D. & Brewster C. C., 2005.** – Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. *Forensic Science International*, **150**(1): 73-80.

**Tantawi T. I., El-Kady E. M., Greenberg B. & El-Ghaffar H. A., 1996.** – Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt, *Journal of Medical Entomology*, **33**: 566–580.

**Tomberlin J.K. & Adler P.H., 1998.** - Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *Journal of Medical Entomology*, **35**(5):704-9.

**Tullis, K. & Goff, M.L., 1987.** - Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawai'i. *Journal of Medical Entomology*, **24**:332-339.

**Vass. A., 2001** - Beyond the grave-understanding human decomposition. *Microbiology Today* **28**: 3 p

**Wang, J., Li, Z., Chen, Y., Chen, Q. & Yin, X., 2008.** - The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. *Forensic Science International*, **179**: 11–18.

**Watson E.J. & Carlton C.E., 2003.** – Spring Succession of Necrophilous Insects on Wildlife Carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*, **40**(3): 338-347.

**Watson E.J & Carlton C.E., 2005.** - Succession of forensically significant carrion beetle larvae on large carcasses (Coleoptera: Silphidae). *Southern Naturalist* **4**(2): 335- 346.

**Wolff M., Uribe A., Ortise & Duque P., 2001.** - A preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International*, **120**: 53-59.

**Wyss C. & Cherix D., 2006.** - Traité d'entomologie forensique. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, Lausanne, 317p.

**Wyss C. & Cherix D., 2013.** - Traite d'entomologie forensique : Les insectes sur la scène de crime. 2<sup>ème</sup> édition revue et augmentée. *Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne (Suisse)*, 326p.

**Wyss C., & Cherix D., 2014.** - Les diptères nécrophages. In *Insectes, cadavre et scènes de crime: Principe et application de l'entomologie médico-légale* (ed. By D. Charabidzé & M. Gosselin). *Deboeck*, 59-78.

**Wyss C., Cherix D., Michaud K. & Romain N., 2003.** - Pontes de *Calliphora vicina*, Robineau-Desvoidy et de *Calliphora vomitoria*, (Linné) (Diptères, Calliphoridae) sur un cadavre humain enseveli dans la neige. *Revue internationale de criminologie et de police technique et scientifique*. L VI (1): 112-116

**Wyss C., 1999.** – <http://www.Entomologieforensique.ch>

**Wyss C., 2004.** - Entomologie forensique en Suisse. <http://www.Entomologieforensique.ch>

**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.

**Zimmerman C. E., 1939.** – Identification Tables for the Introduced Hawaiian, Nitidulidae (Coleoptera). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, **X** (2): 331-333.

## Annexe 1 : Prélèvements quotidiens

**Tableau 1. Dénombrement des différents taxons récoltés, et prélèvements de la température moyenne quotidienne durant la saison printanière**

Date	T°C (moy)	Taxons récoltés	Effectifs totaux
05/04/2012	10,8	<i>Lucilia sericata</i> <i>Calliphora vicina</i>	5
07/04/2012	11,6	<i>Calliphora vicina</i> <i>Lucilia sericata</i> <i>Trox hispidus</i> Sarcophagidae <i>Silpha rugosa</i>	36
08/04/2012	10,6	<i>Calliphora vicina</i> <i>Lucilia sericata</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Silpha obscura</i> <i>Lucilia silvarum</i>	55
09/04/2012	10,8	<i>Lucilia sericata</i> <i>Lucilia silvarum</i> <i>Calliphora vicina</i> <i>Nasonia sp.</i> <i>Silpha obscura</i> <i>Trox hispidus</i>	51
10/04/2012	15,1	<i>Lucilia sericata</i> <i>S. semistriatus</i> <i>S. rugosa</i> <i>S. obscura</i> <i>Nasonia sp.</i> Piophilidae Sarcophagidae <i>D. peruvianus</i> <i>C. maxillosus</i>	45
11/04/2012	12,9	<i>C. vicina</i> <i>L. silvarum</i> <i>S. rugosa</i> <i>L. sericata</i> <i>T. hispidus</i> Cléridae <i>S. semistriatus</i> <i>D. peruvianus</i> <i>S. obscura</i> <i>C. maxillosus</i> Sarcophagidae	45

12/04/2012	12,8	<i>C. maxillosus</i> <i>D. peruvianus</i> <i>L. sericata</i> <i>T. hispidus</i> <i>Nasonia sp.</i> <i>S. obscura</i> Piophilidae <i>C.vomitorea</i> <i>C.vicina</i> <i>S. rugosa</i>	31
14/04/2012	9,7	<i>Hister unicolor</i> <i>S. rugosa</i> <i>L. sericata</i> <i>S. obscura</i> <i>C. vicina</i> Sarcophagidae <i>C. vomitoria</i> <i>D. peruvianus</i> <i>T. hispidus</i> <i>C. maxillosus</i> Cléridae <i>Muscina stabulans</i>	56
15/04/2012	8,4	<i>Nasonia sp.</i> <i>L. sericata</i> <i>C. maxillosus</i> <i>Silpha rugosa</i>	5
16/04/2012	6,7	<i>L. sericata</i> <i>C. vicina</i> <i>C.maxillosus</i> <i>S. rugosa</i> <i>D. peruvianus</i> <i>H. unicolor</i> Piophilidae Sarcophagidae	25
17/04/2012	6	Piophilidae <i>L. sericata</i> <i>H. unicolor</i>	7
18/04/2012	10,9	<i>D. peruvianus</i> Piophilidae <i>L. sericata</i> <i>C. maxillosus</i> <i>H. unicolor</i>	7
19/04/2012	10,7	<i>S. obscura</i>	75

		<i>S. rugosa</i> <i>C. maxillosus</i> <i>T. hispidus</i> <i>L. sericata</i> <i>L. silvarum</i> <i>C. vicina</i> Piophilidae	
21/04/2012	12,8	<i>H. purpurascens</i> <i>T. hispidus</i> <i>S. rugosa</i> <i>L. sericata</i> <i>D. peruvianus</i> <i>H. unicolor</i> <i>S. aenus</i> Piophilidae <i>Muscina stabulans</i> <i>S. obscura</i> <i>S. semistriatus</i> <i>Nasonia sp.</i> Sarcophagidae <i>C. vicina</i> <i>C. maxillosus</i> Cléridae	84
22/04/2012	16,2	<i>H. unicolor</i> <i>C. maxillosus</i> <i>L. sericata</i> <i>S. aenus</i> <i>S. obscura</i> Sarcophagidae Piophilidae <i>S. semistriatus</i> <i>L. silvarum</i>	29
23/04/2012	14,6	<i>L. sericata</i> <i>S. aenus</i> <i>D. peruvianus</i> Piophilidae <i>C. vomitoria</i> <i>H. unicolor</i> <i>S. obscura</i> Cléridae	34
24/04/2012	14,3	Sarcophagidae Piophilidae <i>D. peruvianus</i>	36

		<i>H. dentipes</i> <i>L. sericata</i> <i>S. aenus</i> <i>L. silvarum</i> <i>C. vicina</i> <i>H. unicolor</i> <i>C. albiceps</i>	
25/04/2012	16,3	<i>S. aenus</i> <i>D. peruvianus</i> Piophilidae Cléridae <i>L. Sericata</i> Sarcophagidae <i>S. obscura</i> <i>S. semistriatus</i>	22
26/04/2012	19,6	<i>D.peruvianus</i> Cleridae <i>S. obscura</i> <i>L. sericata</i> <i>S. aenus</i>	10
30/04/2012	12,3	Piophilidae <i>D. peruvianus</i>	4
02/05/2012	15,7	<i>S. rugosa</i> <i>L. sericata</i> Cléridae Piophilidae <i>S. aenus</i> <i>D. peruvianus</i> Sarcophagidae <i>Muscina</i> <i>stabulans</i>	33
03/05/2012	16,1	<i>L. sericata</i> <i>D. peruvianus</i> <i>S. rugosa</i> <i>S. aenus</i> Piophilidae <i>M. stabulans</i> <i>L. silvarum</i>	10
06/05/2012	17	<i>D. peruvianus</i> <i>C. vicina</i> Cléridae <i>S. obscura</i> Sarcophagidae <i>S. rugosa</i>	9

08/05/2012	18,3	Sarcophagidae <i>Fannia scalaris</i> <i>Nasonia sp.</i> <i>C. albiceps</i> <i>D. peruvianus</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>L. sericata</i>	10
------------	------	---	----

**Tableau 2. Dénombrement des différents taxons récoltés, et prélèvements de la température moyenne quotidienne durant la saison estivale**

Date	T°C (moy)	Taxons récoltés	Effectifs
07/07/2012	30,5	<i>C. albiceps</i>	1
08/07/2012	34,5	Muscidae <i>C.albiceps</i>	9
09/07/2012	32	<i>C.albiceps</i> Muscidae Sarcophagidae Cleridae	8
10/07/2012	31,5	<i>C.albiceps</i> <i>S.semistriatus</i> <i>C.maxillosus</i>	6
11/07/2012	34,5	<i>C. albiceps</i> <i>D.peruvianus</i> Cleridae	5
12/07/2012	30	Muscidae Sarcophagidae <i>S.aenus</i> <i>S.semistriatus</i>	7
14/07/2012	32,5	Muscidae Cleridae	4
15/07/2012	26	Muscidae <i>D.peruvianus</i>	6
16/07/2012	23	Sarcophagidae Muscidae	3
17/07/2012	21,5	Sarcophagidae Muscidae <i>C.albiceps</i>	5

**Tableau 3. Dénombrement des différents taxons récoltés, et prélèvements de la température moyenne quotidienne durant la saison automnale**

Date	T°C (moy)	Taxons récoltés	Effectifs
12/12/2012	7,5	<i>T. hispidus</i>	1
16/12/2012	10	<i>T. hispidus</i>	1
17/12/2012	12,5	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i>	5
18/12/2012	10,5	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i>	18
19/12/2012	8,5	<i>C. vicina</i> <i>T. hispidus</i>	5
20/12/2012	10	<i>C. vicina</i>	3
23/12/2012	10	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> Sarcophagidae <i>S. rugosa</i>	11
24/12/2012	12,5	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>S. rugosa</i>	5
26/12/2012	8,5	<i>C. vicina</i> Muscidae	3
30/12/2012	6	<i>T. hispidus</i>	1
02/01/2013	5	<i>T. hispidus</i> Staphylinidae	5

**Tableau 4. Dénombrement des différents taxons récoltés, et prélèvements de la température moyenne quotidienne durant la saison hivernale**

Date	T°C (moy)	Taxons récoltés	Effectifs
12/03/2013	9,9	<i>C. vicina</i>	7
13/03/2013	10	<i>Trox sp.</i>	2
14/03/2013	2,9	<i>C. vicina</i> <i>Trox sp.</i>	3
17/03/2013	13,6	<i>C. vicina</i> <i>L. silvarum</i>	14
18/03/2013	13,6	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>Silpha sinuatus</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Trox sp.</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>Fannia sp.</i>	53

		<i>Anthomyia pluvialis</i>	
19/03/2013	13,4	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>L. silvarum</i> <i>S. rugosa</i> <i>Silpha sinuatus</i>	12
20/03/2013	12,9	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>L. silvarum</i> <i>Fannia sp.</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Silpha sinuatus</i> <i>C. maxillosus</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>D. peruvianus</i> <i>Trox sp.</i> Pteromalidae	35
21/03/2013	10,6	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Silpha sinuatus</i> <i>C. maxillosus</i> <i>Trox sp.</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Fannia sp.</i>	33
23/03/2013	14,4	<i>Silpha rugosa</i>	1
24/03/2013	10,4	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>L. silvarum</i> <i>S. rugosa</i> <i>C. maxillosus</i> <i>D. peruvianus</i> <i>S. aeneus</i> <i>S. semistriatus</i> Cleridae <i>Fannia sp.</i> Piophilidae	44
25/03/2013	10,5	<i>C. vicina</i> <i>L. sericata</i> <i>Fannia sp.</i> <i>D. peruvianus</i> <i>C. maxillosus</i> <i>Saprinus semistriatus</i>	61

		<i>Saprinus aeneus</i> <i>Silpha rugosa</i> Cleridae Nitidulidae	
26/03/2013	12,5	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>L.silvarum</i> <i>Fannia sp.</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Musca sp.</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> Cleridae Piophilidae Nitidulidae	93
27/03/2013	13,1	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>L.silvarum</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Musca sp.</i> <i>Fannia sp.</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Saprinus aeneus</i> Nitidulidae Cleridae Piophilidae	72
28/03/2013	13,6	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Fannia sp.</i> Piophilidae <i>Silpha rugosa</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> Nitidulidae Cleridae	23
30/03/2013	12,9	<i>Silpha rugosa</i>	66

		<i>Silpha sinuatus</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister unicolor</i> Pteromalidae Piophilidae	
01/04/2013	15,3	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>L.silvarum</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>D.peruvianus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Trox sp.</i> Cleridae <i>C.maxillosus</i> Nitidulidae	53
02/04/2013	10,7	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> Piophilidae <i>Silpha rugosa</i> <i>Silpha sinuatus</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> Nitidulidae Cleridae <i>Saprinus semistriatus</i>	59
03/04/2013	12,7	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Trox sp.</i>	19
04/04/2013	13,4	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> Piophilidae <i>Fannia sp.</i> <i>D.peruvianus</i>	7
06/04/2013	7,7	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>L.silvarum</i> <i>Sarcophaga carnaria</i>	33

		<i>Muscina stabulans</i> Piophilidae <i>D.peruvianus</i> <i>S.aeneus</i> <i>S.semistriatus</i> <i>Hister unicolor</i> Cleridae <i>Fannia sp.</i>	
07/04/2013	6,1	<i>C.vicina</i> <i>Anthomyia pluvialis</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Silpha simuatus</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Trox sp.</i> Pteromalidae	27
08/04/2013	10,2	<i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>Fannia sp.</i> <i>Musca sp.</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>D.peruvianus</i> Nitidulidae Cleridae Pteromalidae	30
09/04/2013	13,2	<i>Muscina stabulans</i> Piophilidae <i>D.peruvianus</i> <i>S.aeneus</i> <i>S.semistriatus</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>Trox sp.</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Fannia sp.</i> <i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> Cleridae	37
10/04/2013	14,6	<i>D.peruvianus</i> <i>S.semistriatus</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>C. vicina</i>	30

		<i>L.silvarum</i> <i>L.sericata</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Sarcophaga sp.</i> Nitidulidae	
11/04/2013	15,9	<i>D.peruvianus</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>L.sericata</i> Cleridae <i>Silpha rugosa</i>	18
13/04/2013	16,5	<i>D.peruvianus</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister unicolor</i> Cleridae Nitidulidae <i>Muscina stabulans</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> Piophilidae <i>Fannia sp.</i>	34
14/04/2013	18,9	<i>D.peruvianus</i> <i>C.maxillosus</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Anthomyia pluvialis</i> <i>L.sericata</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Fannia sp.</i>	21
15/04/2013	18,9	<i>Silpha rugosa</i> <i>Silpha sinuatus</i> <i>D.peruvianus</i> <i>Trox sp.</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>C.maxillosus</i> Piophilidae	35
16/04/2013	16,9	<i>D.peruvianus</i> <i>Fannia sp.</i> Cleridae <i>L.sericata</i>	15
17/04/2013	16,5	<i>L.sericata</i>	16

		<i>D.peruvianus</i> <i>Muscina stabulans</i> Piophilidae Cleridae Nitidulidae <i>S.rugosa</i> <i>C.maxillosus</i>	
18/04/2013	16,8	<i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>D.peruvianus</i> Piophilidae <i>Fannia sp.</i> <i>Hister unicolor</i>	20
21/04/2013	10,9	Cleridae Nitidulidae <i>D.peruvianus</i> Piophilidae	6
22/04/2013	9,9	<i>D.peruvianus</i> <i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i> <i>Muscina stabulans</i> Cleridae	16
23/04/2013	9,2	<i>L.sericata</i> <i>D.peruvianus</i>	8
24/04/2013	11,6	Nitidulidae <i>Hister quadrimaculatus</i>	2
25/04/2013	15,9	<i>D.peruvianus</i> <i>Trox sp.</i> <i>Silpha rugosa</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> Piophilidae <i>C.maxillosus</i> Nitidulidae <i>Fannia sp.</i> <i>C.vicina</i> <i>L.sericata</i>	49
26/04/2013	14,6	<i>S.rugosa</i>	7

		<i>D.peruvianus</i> <i>C.vicina</i> <i>Sarcophaga carnaria</i>	
28/04/2013	17,2	<i>S.aeneus</i> <i>S.semistriatus</i> <i>D.peruvianus</i> <i>Trox sp.</i> Piophilidae <i>Fannia sp.</i>	14
29/04/2013	18,4	<i>D.peruvianus</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Fannia sp.</i> Piophilidae <i>L.sericata</i> <i>Hister unicolor</i> <i>Saprinus aeneus</i> <i>Saprinus semistriatus</i>	17
30/04/2013	13,3	<i>Fannia sp.</i>	1
02/05/2013	15,3	<i>Hister unicolor</i> <i>D.peruvianus</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>L.sericata</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Muscina sp.</i> Piophilidae	9
05/05/2013	12,6	<i>D.peruvianus</i> <i>H.unicolor</i> <i>S.aeneus</i> <i>Trox sp.</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Fannia sp.</i> Piophilidae <i>C.maxillosus</i>	12
06/05/2013	13,6	Cleridae <i>S.rugosa</i> <i>L.sericata</i> <i>Fannia sp.</i> <i>D.peruvianus</i>	15
07/05/2013	16,3	<i>D.peruvianus</i> Cleridae <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Trox sp.</i> <i>Saprinus aeneus</i>	23

		<i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>Dendrophilus sp.</i> <i>Hister illigri</i>	
08/05/2013	18,9	<i>D.peruvianus</i> <i>Muscina stabulans</i> Staphylinidae <i>S.aeneus</i> <i>S.semistriatus</i>	11
09/05/2013	20,9	<i>D.peruvianus</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>Silpha rugosa</i>	17
10/05/2013	20,7	<i>Sarcophaga carnaria</i> <i>C.vicina</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Musca domestica</i> <i>Fannia sp.</i> <i>Sarcophaga sp.</i>	8
12/05/2013	15	<i>D.peruvianus</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> Cleridae Piophilidae <i>Saprinus aeneus</i> <i>Fannia sp.</i>	15
13/05/2013	15,7	<i>Sarcophaga carnaria</i> <i>D.peruvianus</i> <i>Saprinus semistriatus</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> Cleridae	25
14/05/2013	18,8	<i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Musca sp.</i> <i>C.vicina</i> Nitidulidae <i>D.peruvianus</i>	6
15/05/2013	18,7	Staphylinidae <i>D.peruvianus</i> <i>Trox sp.</i> <i>Silpha rugosa</i> Cleridae Piophilidae	18

18/05/2013	16,4	<i>Silpha rugosa</i> <i>D.peruvianus</i> <i>S.aeneus</i> <i>S.semistriatus</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>C.maxillosus</i>	18
19/05/2013	14,6	<i>Trox sp.</i> <i>Hister quadrimaculatus</i> <i>S.semistriatus</i> <i>Sarcophaga carnaria</i> <i>Muscina stabulans</i> <i>Fannia sp.</i> <i>Anthomyia pluvialis</i> <i>C.vicina</i>	16
20/05/2013	14,8	<i>Trox sp.</i> <i>D.peruvianus</i> <i>C.vicina</i> <i>Fannia sp.</i> Staphylinidae	10

## **PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES**

### **I/ Publications internationales**

**Benmira S. B.**, Guerroudj F. Z., Berchi S. & Aouati A., 2017. - Seasonal study of scavenger wildlife of forensic interest in Constantine (Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studie.*, 5(2) : 1251-1256.

Guerroudj F. Z., Berchi S., Aouati A. & **Benmira S. B.**, 2017. - Decomposition and succession of coleoptera on two dog corpses in Constantine, northeastern Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studie.*, 5(3) : 1333-1339.

### **II/ Communications internationales**

**Benmira S. B.**, Aouati A., Berchi S., Ramdane A. & Louadi K., 2011. – Contribution à l'étude de la colonisation post mortem par les insectes nécrophages sur un organisme animal. 3<sup>ème</sup> Séminaire International de Biologie Animale (SIBA) Constantine, du 09 au 11 Mai 2011.

Boulkenafet F., Berchi S., **Benmira S. B.**, Ramdane A. & Louadi K., 2011. – Contribution à la connaissance des insectes nécrophages colonisant un cadavre animal. 3<sup>ème</sup> Séminaire International de Biologie Animale (SIBA) Constantine, du 09 au 11 Mai 2011.

**Benmira S. B.** & Berchi S., 2014. – Etude de l'activité saisonnale des Calliphoridae sur un cadavre animal. 4<sup>ème</sup> Congrès Franco- Maghrébin de Zoologie & 5<sup>èmes</sup> Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie, du 13 au 17 Novembre 2014.

**Benmira S. B.** & Berchi S., 2016. – Etude Systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légale sur cadavre animal en Algérie. IV<sup>ème</sup> congrès international de Biotechnologie et Valorisation des Bio-Ressources (AT-BVBR), Tunisie, du 24 au 27 Mars 2016.

### **III/ Communications nationales**

**Benmira S. B.**, 2010. – 4<sup>ème</sup> journée scientifique sur l'entomologie.

**Benmira S. B. & Berchi S., 2014.** – Contribution à l'étude de la nécro-faune d'intérêt médico-légal sur cadavre animal – importance des conditions climatiques. 1<sup>er</sup> Séminaire national : « Etat des lieux, conservations et possibilités de valorisation des ressources biologiques dans l'Est algérien » Mila, du 11 au 12 Mars 2014.

**Benmira S. B. & Berchi S., 2016.** – Inventaire systématique de la faune nécrophage algérienne en automne. Colloque National sur Biodiversité en Algérie : Connaissance, Valorisation et Conservation, Batna, le 22 Mai 2016.

**Benmira S. B., 2016.** – Inventaire systématique de la faune nécrophage algérienne dans trois saisons différentes (printemps, été, automne). 5<sup>ème</sup> journée d'entomologie du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes (LBEA). Le 19 Mai 2016.

## Résumé

En Algérie, les travaux menés sur l'entomologie forensique sont fragmentaires et limités. Vu son importance en médecine légale, nous apportons par cette présente étude notre contribution dans le but d'améliorer nos connaissances sur la biodiversité de la faune nécrophage et de mieux comprendre l'activité des Diptères, Calliphoridae durant les quatre saisons de l'année vu que cette famille est considérée comme la plus importante dans la datation de l'Intervalle Post Mortem (IPM).

Pour nos expériences, nous avons utilisé comme substrats quatre cadavres de chiens (*Canis*) chacun dans une saison différente de l'année 2012/2013. L'étude s'est déroulée dans un espace ouvert situé à proximité du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes à Chaabat Ersas (36°20'16.20"N; 6°37'33.32"E) Constantine, Algérie.

Une heure après l'euthanasie des chiens, nous les avons déposés dans une cage recouverte d'un grillage en fer afin de les protéger d'éventuels prédateurs. A partir de cet instant, nous avons effectué des prélèvements quotidiens des insectes nécrophages adultes présents sur les cadavres et aux alentours.

L'échantillonnage quotidien nous a permis de récolter un total de 2132 insectes nécrophages appartenant principalement à trois ordres à savoir celui des Diptères (43,99%), celui des Coléoptères (55,44%) et celui des Hyménoptères (0,56%). 23 espèces nécrophages ont été inventoriées.

L'analyse des résultats révèle que la faune récoltée sur le cadavre du Printemps est la plus diversifiée par rapport aux trois autres saisons, et que les Diptères Calliphoridae appartenant aux genres *Lucilia* et *Chrysomia* (mouches vertes) sont plus adaptées à la chaleur, contrairement aux celles appartenant au genre *Calliphora* (mouches bleues) qui sont mieux adaptées au froid.

Par ailleurs, nos résultats révèlent que la colonisation du substrat par les insectes nécrophages varie en fonction des saisons et donc des conditions climatiques.

**Mots clés : Entomologie forensique, biodiversité, insectes nécrophages, Diptères, Calliphoridae, saisons.**

## **Abstract**

Work on forensic entomology is fragmentary and limited in Algeria. Knowing its importance in forensic science, this study contributed to the improvement of the knowledge on the biodiversity of the scavenging fauna and a better understanding of the activity of *Diptera, Calliphoridae* during the four seasons of the year for this family is considered the most important in dating the Interval Post Mortem (IPM).

For these experiments, four dog corpses (*Canis*) have been used as substrates, each in a different season of the year 2012/2013. The study was conducted in an open space near the laboratory of Biosystematics and Ecology of Arthropods in Chaabat Ersas (36 ° 20'16.20 "N; 6 ° 37'33.32" E) Constantine, Algeria.

One hour after the dogs' euthanasia, they have been put in a cage covered with an iron fence to protect them from predators. From this moment, daily samples of the adult necrophagous insects present on the corpses and thereabouts have been taken.

Daily sampling allowed us to harvest a total of 2132 necrophagous insects belonging mainly to three types namely that of *Diptera* (43.99%), *Coleoptera* (55.44%) and *Hymenoptera* (0.56%). 23 necrophagous species have been listed.

The analysis of the results reveals that the fauna collected on the corpse in Spring is the most diversified compared to the other three seasons, and that the *Diptera Calliphoridae* belonging to the genera *Lucilia* and *Chrysomia* (green flies) are more adapted to the heat, unlike those belonging to the genus *Calliphora* (blue flies) which are better adapted to the cold.

Moreover, the obtained results reveal that the colonization of the substrate by necrophagous insects varies depending on the seasons and therefore the climatic conditions.

**Key words: Forensic entomology, biodiversity, necrophagous insects, *Diptera*, *Calliphoridae*, seasons.**

## ملخص

في الجزائر، تعتبر الأعمال المنجزة في علم الحشرات الجنائي مجزأة و محدودة و نظرا لأهميته في علم الطب الشرعي، تساهم دراستنا الحالية في تحسين معرفتنا للتنوع البيولوجي للحشرات الكسح، و فهم أفضل لنشاط ديبتييرا، كاليفوريداي خلال الفصول الأربعة للسنة نظرا لأن هذه العائلة تعتبر الأكثر أهمية في تحديد الفاصل الزمني بعد الوفاة. بالنسبة لتجاربنا، استخدمنا أربع جثث كلاب جنس كانيس، كل واحدة في فصل مختلف من سنة 2012/2013. أجريت الدراسة في فضاء مفتوح بالقرب من مختبر Biosystématique et Ecologie des Arthropodes في شعاب الرصاص (E "37°33.32' 6 ° N; 20'16.20" 36 °) قسنطينة، الجزائر. بعد ساعة واحدة من القتل الرحيم للكلاب ، تم وضعها في قفص مغطى بسياج حديدي لحمايتهم من الحيوانات المفترسة المحتملة. إبتداء من هذه اللحظة، قمنا بأخذ عينات يومية من الحشرات الكسح الكبيرة الموجودة فوق الجثث و حولها. سمح لنا أخذ العينات اليومية بحصاد ما مجموعه 2132 حشرة تنتمي أساسا إلى ثلاث رتب: ذوات الجناحين (43.99%)، الخنافس (55.44%) و غشائية الأجنحة (0.56%)، و قد تم جرد 23 نوعا. و يكشف تحليل النتائج أن الحشرات التي تم جمعها على جثة الربيع هي الأكثر تنوعا مقارنة بالفصول الثلاثة الأخرى، و أن أفراد ذوات الجناحين المنتمين إلى الجنس *Lucilia* و *Chrysomia* (الذباب الأخضر) أكثر تكيفا مع الحرارة على عكس أولئك الذين ينتمون إلى جنس *Calliphora* (الذباب الأزرق) التي تتكيف بشكل أفضل مع البرد. و على ذلك، فإن النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة توضح أن استعمار الجثة من قبل الحشرات الكسح يختلف وفقا لفصول السنة أي باختلاف الظروف المناخية.

الكلمات المفتاحية: علم الحشرات الشرعي، التنوع البيولوجي، الحشرات الكسح، ذوات الجناحين، كاليفوريداي، فصول السنة.

Soutenu le : ...01/07./2018

Selma El Batoul BENMIRA

## **Etude systématique de la faune nécrophage d'intérêt médico-légale sur cadavre animal et activité saisonnière des Diptères Calliphoridae**

### **Résumé**

En Algérie, les travaux menés sur l'entomologie forensique sont fragmentaires et limités. Vu son importance en médecine légale, nous apportons par cette présente étude notre contribution dans le but d'améliorer nos connaissances sur la biodiversité de la faune nécrophage et de mieux comprendre l'activité des Diptères, Calliphoridae durant les quatre saisons de l'année vu que cette famille est considérée comme la plus importante dans la datation de l'Intervalle Post Mortem (IPM).

Pour nos expériences, nous avons utilisé comme substrats quatre cadavres de chiens (*Canis*) chacun dans une saison différente de l'année 2012/2013. L'étude s'est déroulée dans un espace ouvert situé à proximité du laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes à Chaabat Ersas (36°20'16.20"N; 6°37'33.32"E) Constantine, Algérie.

Une heure après l'euthanasie des chiens, nous les avons déposés dans une cage recouverte d'un grillage en fer afin de les protéger d'éventuels prédateurs. A partir de cet instant, nous avons effectué des prélèvements quotidiens des insectes nécrophages adultes présents sur les cadavres et aux alentours.

L'échantillonnage quotidien nous a permis de récolter un total de 2132 insectes nécrophages appartenant principalement à trois ordres à savoir celui des Diptères (43,99%), celui des Coléoptères (55,44%) et celui des Hyménoptères (0,56%). 23 espèces nécrophages ont été inventoriées.

L'analyse des résultats révèle que la faune récoltée sur le cadavre du Printemps est la plus diversifiée par rapport aux trois autres saisons, et que les Diptères Calliphoridae appartenant aux genres *Lucilia* et *Chrysomia* (mouches vertes) sont plus adaptées à la chaleur, contrairement aux celles appartenant au genre *Calliphora* (mouches bleues) qui sont mieux adaptées au froid.

Par ailleurs, nos résultats révèlent que la colonisation du substrat par les insectes nécrophages varie en fonction des saisons et donc des conditions climatiques.

**Mots clés : Entomologie forensique, biodiversité, insectes nécrophages, Diptères, Calliphoridae, saisons.**

**Directeur de thèse : Prof. Sélina BERCHI**