



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



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

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Animale. قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : biologie, Évolution et contrôle des populations d'Insectes

Intitulé :

Étude des insectes nécrophages (Diptera Insecta) d'intérêt médico- légale et agricole.

Présenté et soutenu par : Boukhari Dounya zed

Le : 06/07/2017

Bouraiou Nour El Houda

Jury d'évaluation :

Président du jury : Pr. Harat. Aboud

(Pr - UFM Constantine).

Rapporteur : Ma. Madaci Ibrahim

(Ma - UFM Constantine).

Examineurs : Dr. Benkenana Naima

(Dr - UFM Constantine).

*Année universitaire
2016 - 2017*

Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenant d'exprimer notre profonde gratitude à Monsieur Madaci Ibrahim d'avoir accepté d'être notre encadreur, pour le temps précieux qu'il nous a accordé et aussi pour ses conseils judicieux et sa bonne humeur qui ont rendu notre travail beaucoup plus agréable.

Un vive remerciement à Monsieur Harrat qui a bien accepter de présider le jury, ainsi pour son aide, sa constante disponibilité et pour l'intérêt qu'il a porté à notre mémoire.

Un grand merci mademoiselle Benkenana Naima qui nous a donner l'honneur d'examiner notre travail, elle a toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer

On n'oublie pas de remercier Monsieur Hamra- Kroua Saleh pour sa sympathie et pour les conseils stimulants que nous avons l'honneur de recevoir.

Un grand merci a notre doctorante Smari hadjer kounouz pour son aide quotidien et sa présence et son soutien moral et physique.

On dira mille mots de merci à nos parents mes chères mères et pères pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches mes chères sœurs et frères et amis, qui nous ont toujours encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à tous et à toutes.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : études bibliographiques	3
1-1- Notion d'entomologie médico-légale.....	4
1-2-L'histoire de l'entomologie médico- légale.....	4
1- 3-Utilisation des insectes nécrophages dans la médecine légale.....	6
1-3-1- L'écosystème cadavre et rôle des insectes.....	6
1-4-Décomposition d'un cadavre dans un écosystème.....	6
1-5Groupes écologiques.....	7
1-5-1-les espèces nécrophages.....	7
1-5-2 - les espèces nécrophiles.....	7
1-5-3 - Les espèces omnivores.....	7
1-5-4 - Les espèces opportuniste.....	7
1-5-5-Les espèces accidentelles.....	8
1-6- Influence de la température.....	8
1-7- Caractéristique générales des insectes.....	8
1-7-1- position systématique des insectes.....	8
1-7-2-Cycle de développement des mouches nécrophages.....	9
- Ponte – période.....	9
- Croissance larvaire.....	9
- Phase pu pale.....	9
-Émergence des adultes – période imaginale.....	10
1-8-présentation des insectes nécrophages.....	10
1-8-1- Les Diptères.....	10

- Famille des Calliphoridae.....	11
- Famille des Sarcophagidae.....	12
- Famille des Muscidae.....	12
- Fanniidae.....	13
- Piophilidae.....	13
- Phoridae.....	14
1.8.2 - Les Coléoptères.....	15
1.8.3 - Les Hyménoptères.....	15
1.8.4 - Les Lépidoptères	15
1.9 - principe de la datation de la mort.....	16
1.10-Les Insectes Nourriront-Ils La Planète.....	17
1.10.1-Des insectes comestibles pour l’homme.....	18
1.10.2-Des insectes comestibles pour les animaux.....	18
1.10.3-D’autre utilisation des insectes.....	18
-Engrais Organique Naturel	18
-Appâts de pêche.....	19
-L’asticothérapie.....	19
1.10.4- Les insectes comestibles disposent de nombreuses qualités sur le plan nutritionnel et environnemental.....	19
-Des aliments riches en protéines	19
- Une solution pour nourrir 9 milliards d’individus d’ici 2050.....	19
-Un élevage avec un faible impact environnemental.....	19
- Une source plus sûre de nourriture	10
- Un taux de conversion inégalé.....	20

- Une alternative aux productions animales intensives.....	21
- Participe au maintien de la biodiversité.....	21
- Une variété de goûts et de formes	21
1.10.5-Quels ordres d’insectes sont les plus consommés ?.....	22
1.10.6-Les différents types d’élevages d’insectes l’élevage d’insectes comestibles et non comestibles.....	23
1.10.7-L’élevage des insectes et moyen de capture.....	23
1.10.8-Des freins à l’heure actuelle.....	23
Chapitre 2 : matériel et méthodes.....	25
2.1 Le chien.....	26
2.2 La cage.....	26
2.3. Échantillonnage des insectes adultes.....	27
2.4. Le piège à émergence.....	27
2.5. Matériels et méthodes utilisées au laboratoire.....	27
2.6. Le carnet de terrain.....	28
2.7. Prélèvements des larves.....	28
2.8. Utilisation des engrais sur les plantes.....	29
Chapitre 3 : Résultats	30
3- Les observations au cours de la période d’étude.....	31
3.1 Colonisation du cadavre par les insectes au terrain.....	32
3.2 Au laboratoire.....	39
3.3 Utilisation de la farine des insectes (asticots) comme des engrais.....	41
3.4 Observation de cycle de croissance des plantes cultivés avec et sans la farine des insectes.....	42

3.4.1 Les lentilles.....	43
3.4.2 Le maïs.....	43
3.4.3 Le haricot blanc.....	44
3.4.4 Le pois chiche.....	45
3.4.5 Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais....	46
3.4.6 Calcul de la moyenne de croissance des plante cultivées	48
Chapitre 4 : discussions	51
4.1. La décomposition cadavérique et visite des insectes.....	52
4.1.1 Observation de la décomposition cadavérique et visite des insectes Au terrain	53
4.1.2 Élevage des insectes nécrophage au laboratoire.....	54
4.2 Utilisation de la farine des asticots nécrophages comme des engrais bio.....	54
Conclusion et Perspective.....	56
Référence bibliographie.....	58
La liste des figures	
La liste des schémas	
La liste des tableaux	
Résumé	

Introduction

En 1767, Linné postulait déjà que « trois mouches peuvent consommer un cadavre de cheval aussi vite que le ferait un lion » (**Linnaeus 1767 cité par Charabidze 2008**).

La structure d'une communauté d'arthropodes rencontrée sur un cadavre animal est caractérisée par un nombre important d'espèces (**Kentner&Streit, 1990**).

L'entomologie forensique consiste en l'étude des insectes à des fins médicales et juridiques. Les insectes peuvent être utilisés de plusieurs manières afin d'aider à résoudre un crime, mais l'objectif principal de l'entomologie forensique est d'estimer l'intervalle de temps depuis la mort. Peu de temps après la mort, le corps commence à se décomposer. Ce processus implique la décomposition chimique et physique des tissus par les insectes ainsi que des micro-organismes comme les champignons et les bactéries.

En observant les patterns de décomposition ainsi qu'en recueillant et étudiant les insectes qui se nourrissent sur un cadavre, les enquêteurs peuvent soutirer beaucoup d'informations à propos des circonstances et du moment de la mort d'un individu.

Au sein de nos écosystèmes tempérés, parmi les animaux consommateurs, les insectes nécrophages sont les plus spécialisés. Associés aux décomposeurs, ils participent à la minéralisation des matières organiques. Leur rôle est donc primordial au sein des écosystèmes terrestres où ils remplissent la fonction "d'éboueurs entomologiques" (**Leclercq & Vestraeten, 1993**).

Si parmi les insectes Diptères, certaines espèces sont informatives concernant le cadre forensique, il n'en reste pas moins que d'autres espèces appartenant à l'ordre des coléoptères, hyménoptères et lépidoptères sont également associés aux corps en décomposition, mais interviennent plus tardivement et sont donc moins fréquentes.

Les mouches sont les insectes les plus couramment associés au cadavre. Elles se déplacent sur de grandes distances et sont capables de découvrir et de coloniser un cadavre très rapidement.

Certaines mouches, comme les mouches Calliphoridae, Sarcophagidae sont attirées par l'environnement semi-liquide d'un cadavre frais. Les autres, comme les mouches du fromage et les mouches de seau, sont plus nombreuses au fur et à mesure que le corps s'assèche.

Les insectes représentent une bonne opportunité d'associer connaissances traditionnelles et science moderne afin d'améliorer la sécurité alimentaire partout dans le monde. Ce document aidera à mieux comprendre les nombreux rôles importants que les insectes jouent dans le maintien de la nature et de la vie humaine, et stimulera certainement le débat sur l'expansion de l'utilisation des insectes dans l'alimentation humaine et animale.

L'entomologie agricole est une discipline de l'agronomie et de l'entomologie consacrée à l'étude des insectes, ainsi que d'autres arthropodes comme les acariens, associés de diverses manières à l'agriculture.

Cette discipline concerne tant les espèces d'insectes utiles ou auxiliaires, par exemple les insectes pollinisateurs ou les ennemis naturels, prédateurs ou parasitoïdes, des ravageurs, que

les espèces nuisibles, telles que les insectes ravageurs des cultures et des denrées agricoles ou les insectes vecteurs de maladies des plantes.

Les études d'entomologie agricole s'appuient sur toutes les connaissances de base de l'agronomie et de divers domaines de l'entomologie appliquée : écologie des insectes, cycle biologique et comportement, taxinomie des insectes, physiologie des insectes, ainsi que de la toxicologie.

Pour produire à l'échelle industrielle de nouveaux produits et ingrédients à base d'insectes, il faudra surmonter un certain nombre d'obstacles techniques (sélection des insectes, leur élevage en grande masse, choix des matières agricoles, leur transformation via des procédés adaptés ...) économiques (coût de production, prix du produit/kg...) liés à la durabilité (impact sur l'environnement).

D'où l'intérêt de ce travail dans lequel nous nous attacherons à répondre à la question suivante :

-Comment les insectes peuvent détecter un cadavre et ce qu'on peut tirer comme information?

-Comment les insectes interviennent dans la dégradation du cadavre?

-Est-ce que les insectes sont riches au niveau nutritionnel?

-Qu'elle est le rôle des insectes dans l'agriculture?

-Est-ce que on peut utiliser les insectes comme alternatifs naturel des engrais présent à l'heur actuel? Et est ce qu'ils ont plus économique?

C'est dans ce même ordre d'idées que nous allons étudier élevage des insectes nécrophages et leur rôle en entomologie médico-légal et d'autre utilisation comme des engrais en agriculture

À cet égard nous avons abordé ces problématiques dans les chapitres suivants :

Nous procéderons dans la première partie à un rappel des données bibliographiques.

Dans la deuxième partie nous présenterons le cadre de l'étude; le matériel et la méthode utilisés.

Puis nous exposerons les résultats obtenus dans le troisième chapitre qui seront ensuite commentés et les comparées à d'autres travaux plus particulièrement,

Le quatrième chapitre est consacré à la discussion qui permet de synthétiser les apports de la recherche effectuée par rapport aux études précédemment. Enfin, une conclusion générale met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent à menés par de nouvelles voies d'approche liées aux expertises entomologique.

Chapitre 1 : études bibliographiques

Chapitre 1 : études bibliographiques

1.1 –Notion d’entomologie médico-légale

« La Science légale n'est plus sur les franges des enquêtes criminelles, elle permet de résoudre les cas qui demeurent autrement, non résolus. La Science légale est d'identifier le coupable avec une certitude qui protège par la même, l'innocent» **John Ashcroft**.

Discipline à part entière des sciences forensiques, l'entomologie forensique est un terme général qui se subdivise en trois sous-disciplines. On y inclut l'entomologie dite «urbaine», l'entomologie des denrées stockées et enfin, celle qui nous intéresse plus particulièrement, l'entomologie criminelle. Seule cette dernière discipline sera abordée dans la suite de ce travail **Jessica Dekeirsschieter**.

L'entomologie médico –légale, aussi connue sous le terme d'entomologie médico-criminelle ou sous le nom d'anglicisme d'entomologie forensique, est une discipline criminalistique qui permet par l'étude des insectes qui se trouvent sur les corps en décomposition, en vue d'établir la date exacte d'un décès (**Anonyme 2007a**).

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

1.2 -l'histoire de l'entomologie médico– légale

L'égyptologue **Champollion (1790-1832)** observe des petits Scarabées entre les doigts d'une momie. La pullulation des mouches nécrophages est d'ailleurs l'une des dix plaies d'Égypte (**Exode 8:20-32**). Le vocabulaire pour dénommer les insectes et la mort est parfois mêlé. Le nom de famille *Sarcophagidae* fait référence à la pierre utilisée pour les sarcophages et signifie « qui consomme les chairs ». En effet, les Égyptiens attribuaient à cette pierre un pouvoir d'accélération dans la décomposition des cadavres.

L'utilisation de l'entomologie à des fins médico-légales n'est pas récente (**Benecke, 2001a, 2004; Gennard, 2007**). La première affaire criminelle résolue avec l'aide des insectes date du 13^{ème} siècle en Chine.

Suite au meurtre d'un fermier dans une rizière, meurtre réalisé à l'aide d'une serpe, tous les membres de la communauté furent rassemblés et durent poser leur outil devant eux. Seule une serpe intéressa des mouches, attirées par l'odeur du sang ou des fragments de tissus.

Redi Francisco, datées de **1671**, démontrèrent que les larves observées sur la viande provenaient de pontes de mouches, et que l'accès des adultes conditionnait donc le développement ultérieur de larves

En 1767, Carl Von Linné fait la déclaration que « trois mouches détruiraient un cheval aussi vite qu'un lion ».

Le Dr Orfila (1787 - 1853) écrit de nombreux ouvrages de médecine légale, il détermine dans un ouvrage « traité pour l'utilisation des exhumations », différentes espèces d'insecte d'un cadavre.

La discipline s'est ensuite développée à l'aide de **Mégnin** et son étude sur la faune des cadavres ("**La faune des cadavres: Application de l'entomologie à la médecine légale**", **1894**) (**Mégnin, 1894**). Dans cet ouvrage, il décrit huit vagues d'insectes qui se succèdent sur des cadavres en décomposition.

Leclercq(1947) : médecin légiste belge qui utilisait l'entomologie en complément de ses expertises. Il a instauré cette pratique dans les laboratoires : on fait appel à l'entomologie lorsque le corps présente un état de décomposition avancé (en générale au-delà d'une semaine).

Vers la fin du **XXème** siècle des protocoles de prélèvements d'insectes sur une scène de crime (**Lucas, 2011 ; Charabidzé, 2012**) ont été publiés et le premier guide de terrain intitulé « **Entomology and Death : A Procedural Guide** » est proposé par **Catts et Haskell (1990)**.

1.3- Utilisation des insectes nécrophages dans la médecine légale

1.3.1 - L'écosystème cadavre et rôle des insectes

Par définition, le cadavre est une ressource instable et éphémère. Ce biotope, à haute valeur énergétique, apparaît de façon imprédictible, d'où la nécessité pour les espèces nécrophages qui se nourrissent des cadavres, de le détecter et de s'y rendre rapidement. C'est un environnement hétérogène avec différentes gammes de températures ainsi que des spots de nourriture à valeur nutritionnelle inégale. Les insectes nécrophages sont les principaux artisans de la décomposition d'un cadavre. En s'alimentant, ils vont contribuer de manière significative à augmenter la vitesse de dégradation du cadavre. On trouve principalement parmi eux des espèces de Diptères et de Coléoptères. **(Charabidze, 2008).**

L'association étroite entre les insectes et le cadavre permet son utilisation dans les enquêtes criminelles et fait l'objet de l'entomologie médico-légale. En revanche, en calculant l'âge de stades immatures d'insectes se nourrissant d'un cadavre et l'analyse des espèces nécrophages présent, les intervalles poste-mortem de la première journée à plusieurs semaines peuvent être estimés. **(Smari 2011)**

Les insectes nécrophages peuvent aussi être utilisés comme matrice pour des dosages toxicologiques, on parle alors d'entomotxicologie. On peut également les utiliser pour détecter des traces de poudre dues à l'utilisation d'une arme à feu. **(Anonyme 2008a)**

1.4 - Décomposition d'un cadavre dans un écosystème

Les corps se dégradent différemment, selon plusieurs facteurs comme la corpulence, le milieu dans lequel ils reposent, la température à laquelle ils sont morts... **(Marchenko, 2001).**

Le stade initial, appelé phase de dégradation passive, La décomposition d'un corps humain débute quelques minutes seulement après le décès **(Vass 2001)**. Cette dégradation est responsable d'un développement de l'activité bactérienne et parasitaire. Le premier signe de cette dégradation est l'apparition au bout de 48h d'une tâche abdominale verdâtre et d'un gonflement de cette zone sous l'effet des gaz produits. Ces derniers vont être évacués ou causer la rupture de l'abdomen.

La phase de dégradation active qui suit, dure quelque mois et aboutit à la momification du corps.

Enfin, la décomposition se termine par les os et la peau, processus de minéralisation, ce phénomène peut selon les facteurs influents durer quelque année. Pendant toute la phase d'autolyse et de putréfaction, le corps va dégager des odeurs spécifiques extrêmement attractives pour les voraces insectes nécrophages (**Karine Mougeat 2012**).

1.5 -Groupes écologiques

Au niveau du cadavre, divers groupes d'insectes nécrophages trouvent de la nourriture, un gîte, un lieu favorable pour leur reproduction ou encore un territoire de chasse dans ce micro-habitat(**Smith 1986 ; Anderson 2001**).En fonction de leurs caractéristiques écologiques, on rencontre quatre groupes écologiques autour d'un cadavre (**Leclercq 1978, Smith 1986, Wyss et Cherix 2006**), une cinquième catégorie est parfois citée, il s'agit des espèces dites accidentelles dont la présence sur le corps est le fait du hasard (**Arnaldos et al., 2005**).

1.5.1 - les espèces nécrophages

Qui se nourrissent directement du cadavre, des tissus cadavériques et des liquides de décomposition : les Diptères et les Coléoptères (**Dekeirsschieter et al., 2014**).

1.5.2 - les espèces nécrophiles

Ce sont les prédateurs et parasites des espèces nécrophages (**Leclercq, 1996 ; Wyss et Cherix, 2006**).

1.5.3 - Les espèces omnivores

S'alimentent aussi bien du cadavre que des précédents groupes écologiques. Les principales espèces omnivores arrivent pratiquement en même temps que les nécrophiles (**Arnaldos et al., 2005**).

1.5.4 - Les espèces opportunistes Elles utilisent le cadavre comme un lieu secondaire de leur biotope afin de s'abriter, de se réchauffer, de s'hiberner et parfois même pour s'alimenter (**Leclercq et Vestraeten, 1992; Amendt, 2004**).

1.5.5 - Les espèces accidentelles

Qui visitent au hasard le cadavre quelques exemples : Coccinellidae, Curculionidae, Melolonthidae (Dekeirsschieter & Haubruge, 2009).

1.6 – Influence de la température

La longueur du cycle dépend de l'espèce et des facteurs environnementaux (principalement la température. On observe ainsi que plus il fait chaud, plus le développement est rapide, et réciproquement. En dessous d'une température minimum, les insectes ne se développent plus et n'ont aucune activité. Lorsque la température devient trop élevée, la vitesse de développement baisse et s'accompagne d'une augmentation importante de la mortalité, pouvant être totale. (Marchenko, 2001).

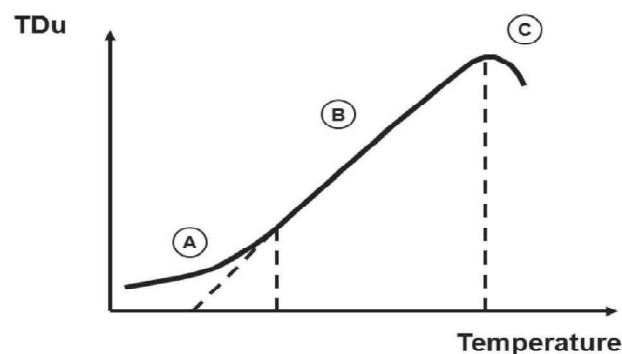


Figure 1 : Représentation schématique du lien entre la température ambiante et le développement réalisé en une unité de temps passée à cette température (TDu) chez les larves de diptères nécrophages.

1.7 - Caractéristique générales des insectes

Les insectes montrent une variation importante dans la forme et la taille. Leur corps est divisé en 3 parties : La tête, le thorax et l'abdomen (Anonyme, 2007a).

1.7.1 - position systématique des insectes

Les êtres vivants sont classés par règne, phylum (embranchement), classe, ordre, famille, genre et, finalement espèce. (Anonyme 2008a). Ce système a été développé par Carl Von Linné au 18^e siècle.

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta (Linnaeus, 1758)

Sous classe : Pterygota

Infra classe : Neoptera

Super ordre : Endopterygota (**Anonyme 2007b**)

La majorité des insectes nécrophages appartient aux ordres suivants : Diptera, Coleoptera, Lepidoptera et Hymenoptera.

1.7.2-Cycle de développement des mouches nécrophages

Le développement d'un Diptère nécrophage est de type holométabole (**Charabidze, 2008**), c'est à dire qu'il est divisé en quatre phases distinctes : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte ou imago. Chaque espèce présente des durées particulières pour chacun des stades de son développement pour un régime de température donné.

Ponte – période embryonnaire Les œufs sont pondus en masse d'environ 200 unités (oviposition), préférentiellement au niveau des orifices naturels.

Croissance larvaire La période larvaire est une période de nutrition. Les larves (asticots) passent par trois stades (L1, L2 et L3) entrecoupés de mue.

Phase pupale Après avoir cessé de s'alimenter, les asticots vont s'éloigner du corps pour s'empurger et se transformer en nymphes. Elles recherchent alors un endroit abrité, soit s'enfoncer dans le sol (milieu naturel) entre 5 et 20 cm de profondeur, soit se dissimuler dans les vêtements, tapis, literies, sous les meubles, etc. (habitation) (**Turner 2005, Gomes et al. 2005, Wyss et Cherix 2006**). La vitesse de la métamorphose est également proportionnelle à la température.

Emergence des adultes – période imaginale

Le début de cette période est marqué par l'ouverture du puparium par la pupa. Rapidement, le corps augmente de volume par remplissage des sacs trachéens et les ailes s'étalent. Les téguments durcissent et prennent leur teinte définitive (**Annabelle Lemonnier et Sophie de Reguardati**)

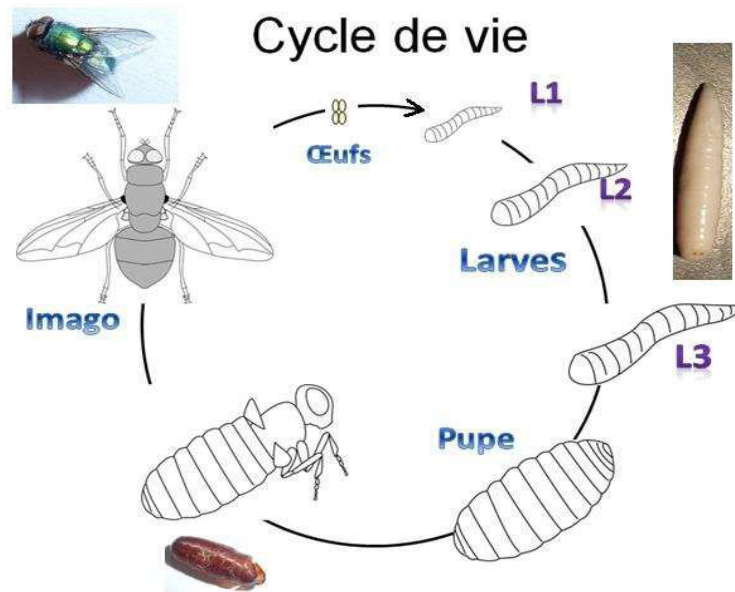


Figure 2 : cycle de développement larvaire des insectes Diptères nécrophages. (*Lucilia sericata*)

1.8- présentation des insectes nécrophages

Parmi les insectes nécrophages, deux ordres sont largement présents sur les carcasses animales en décomposition: les Diptères et les Coléoptères.

1.8.1- Les Diptères

Les principales caractéristiques des Diptères sont donc : une paire d'aile membraneuse, la 2ème paire est réduite, possèdent une tête mobile avec une paire de grands yeux composés et trois ocelles disposées en triangle au sommet. (**Wyss et Chérix, 2006**). L'appareil buccal peut être piqueur ou suceur et leur développement est de type holométabole (métamorphose complète) (**Elouard, 1981**).

Les Diptères nécrophages comprennent plusieurs familles dont les plus importantes sont les Calliphoridae, les Sarcophagidae, les Muscides, les Fanniidae, les Piophilidae et Phoridae (Wyss et Chérix ,2006).



Figure 3 : Insecte diptère

Famille des Calliphoridae

Cette famille de mouches de taille moyenne à grandes (4 à 16 mm), Ce sont les mouches qui présentent un intérêt majeur en entomologie forensique permettant une estimation parfois très précise de l'intervalle post-mortem. Les adultes ont une partie bleue ou vert métallique ou simplement noir avec une longue pilosité dorée sur le thorax, les larves sont des asticots de couleur habituellement blanche ou crème (Wyss &Chérix 2006).

Les premiers insectes à coloniser les corps, selon les travaux de **J. P. Mégnin** sont : **Calliphora vicina** et **Calliphora vomitoria**.

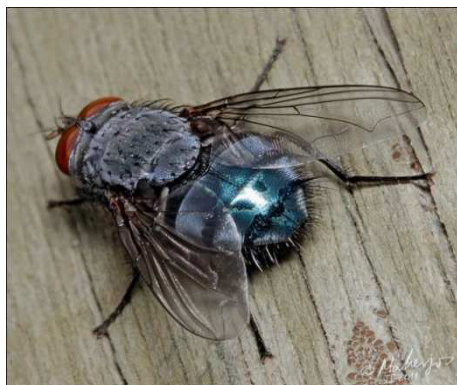


Figure 4: Calliphora vicina male



Figure 5: Calliphora vomitoria

Famille des Sarcophagidae

(Mouches à viande ou mouches à damier), Sont des mouches assez robustes de 2 à 22 mm de tailles. Il existe parfois des bandes ou des taches grises ou noires sur la partie dorsale du thorax avec un dessin en damier bien particulier et reconnaissable sur l'abdomen et aucune espèce ne portent de couleur métallique. Les larves de ces espèces se nourrissent de toutes sortes de matières animales en décomposition et d'excréments (**Wyss &Chérix, 2006b**).



Figure 6 : *Sarcophaga carnaria* Linné, 1758(anonyme, 2010).

Famille des Muscidae

Les Muscidae sont des mouches de petite taille à grande (2-18mm), les adultes sont (gris foncé) et très rarement avec une coloration métallique. Selon les espèces, les larves de Muscidés sont des asticots plus fines vers l'avant et arrondies en arrière avec des crochets buccaux fusionnés (**Wyss et Cherix, 2014**).



Figure 7: Muscidae .Identification confirmed by **Stephan Lebrun here**

Famille des Fanniidae

Les Fanniidés ont souvent été classées par erreur dans les Muscidés. Elles sont considérées aujourd'hui comme une famille à part entière (**Matile, 1995**), sont des mouches de taille petite à moyenne (3-9 mm). Elles sont caractérisées par leur nervation alaire bien particulière.

Elles sont grises foncée à noire parfois avec une tache jaune sur l'abdomen, se nourrissant de matière organique en décomposition. Quelques espèces sont nécrophages et se développent sur des cadavres humains et animaux. (**Wyss et Cherix, 2014**).



Figure 8 : *Fannia lustrator* (Fanniidae)

Famille des Piophilidae

Petites mouches de couleur sombre, mat ou brunâtre, une taille qui varie entre 2 mm et 6 mm. Elles sont courantes et généralement associées avec les sources alimentaires riches en protéines (**Castner et al., 1995**).

Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myiase intestinale. (**Wyss &Chérix, 2006b**).



Figure 9 : *Piophila casei* (Mouche de fromage).

Famille des Phoridae

Elles sont reconnaissables à la nervation particulière de leurs ailes. Petites mouche de 5 à 6 mm de couleur brune, noire ou jaune. Selon **Disney (1994)**, 6 espèces ont été trouvées sur des cadavres humains.



Figure 10 : *Conicera tibialis* (mouche des cercueils).

1.8.2 -Les Coléoptères

Ce sont des holométaboles à pièces buccales généralement broyeuses. Le prothorax est souvent libre par rapport aux mésothorax et métathorax qui se joignent assez étroitement à l'abdomen (**Roth, 1974**). Aussi ils sont caractérisés par la présence de deux paires d'ailes, dont la supérieure est transformée en éléments coriaces, impropres au vol, ou élytres. (**Elouard, 1981**). Les Coléoptères, qu'ils soient immatures ou à l'état adulte, peuvent aussi être trouvés sur les cadavres. Ils apparaissent généralement aux étapes plus tardives du processus de décomposition.

Les Silphidae, Dermestidae et les Staphylinidae (nécropores), Histeridae, Cleridae, Nitidulidae.

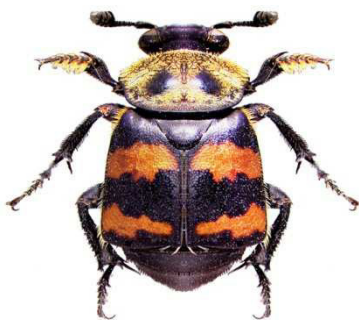


Figure 11: *Nicrophorus tomentosus* (Silphidae).



Figure 12 : Family Rovebeetles (Staphylinidae).

1.8.3 - Les Hyménoptères

Les hyménoptères adultes sont pourvus généralement 02 paires d'ailes membraneuses et des pièces buccales de types broyeur-lécheurs. La tête est séparée du thorax par un cou très mince. On trouve également des guêpes parasitoïdes de la famille des Pteromalidae, notamment (*Nasonia vitripennis*) (**Walker, 1836**), qui pondent leurs œufs dans les pupes de diptères Calliphoridae. Certaines espèces de fourmis (Formicidae) sont également nécrophages et peuvent laisser des lésions caractéristiques sur les cadavres. (**Charabidze, 2008**).



Figure 13 : *Nasonia vitripennis*.

1.8.4 - Les Lépidoptères

Ce sont des insectes holométaboles, ils se caractérisent à l'état adulte par trois paires de pattes (comme tous les insectes) et par deux paires d'ailes recouvertes d'écailles de couleurs très variées selon les espèces et des pièces buccales suceuses (trompe). Leur cycle biologique se trouve composé de quatre stades distincts: œuf, chenille, chrysalide et papillon. Peu d'espèces de Lépidoptères sont associés aux cadavres, les plus fréquentes appartiennent à la famille des Tineidae, ils interviennent tardivement, lorsque les tissus sont desséchés (**Charabidze, 2008**).



Figure 14 : Lepidoptera Tineidae

1.9 - principe de la datation de la mort

Lorsque la mort remonte à plus de 72h (mort "ancienne") ou que des signes de putréfaction avancée sont visibles, les méthodes médicales classiques (méthodes thermométriques, rigidité et lividités cadavériques et les méthodes biochimiques) ne sont plus applicables et seuls les insectes peuvent aider à estimer la date du décès (**Wyss & Cherix, 2006; Gaudry et al., 2007**).

La découverte d'un cadavre humain dans tout contexte, mène à une enquête approfondie visant principalement à déterminer le moment où l'individu est mort (temps écoulé depuis la mort) et du lien de causalité de la mort. Habituellement, les détails entourant une mort suspecte ou d'homicide ne sont pas évidents, et donc un grand investissement de temps et de ressources sont nécessaires pour déchiffrer les événements menant jusqu'à et y compris la découverte du cadavre (**Rivets et Dahlem, 2014**). Un intervalle post-mortem est le temps écoulé entre le moment où une personne meurt, et le temps à examiner le corps.

L'IPM est une estimation du moment où la mort est probablement survenue et ce calcul est basé sur de nombreux facteurs, y compris la température du cadavre, la température ambiante, l'apparence physique du corps, et une gamme de changements biochimiques qui ont lieu dans les fluides et les tissus du défunt (**Tomberlin et al., 2011**).

L'estimation du délai post mortem est basée sur la détermination de la période de ponte des premières espèces de Diptères nécrophages venues coloniser un corps et peut s'appuyer sur l'étude des successions de différentes communautés d'Arthropodes au cours de la décomposition.

La détermination de l'intervalle post-mortem est très utile pour l'examen des morts suspectes. Il peut aider les chercheurs à comprendre la dernière fois que la personne a été vu, savoir ce qui est arrivé dans la période précédant immédiatement la mort, et d'exprimer ou impliquer d'autres personnes dans la mort.

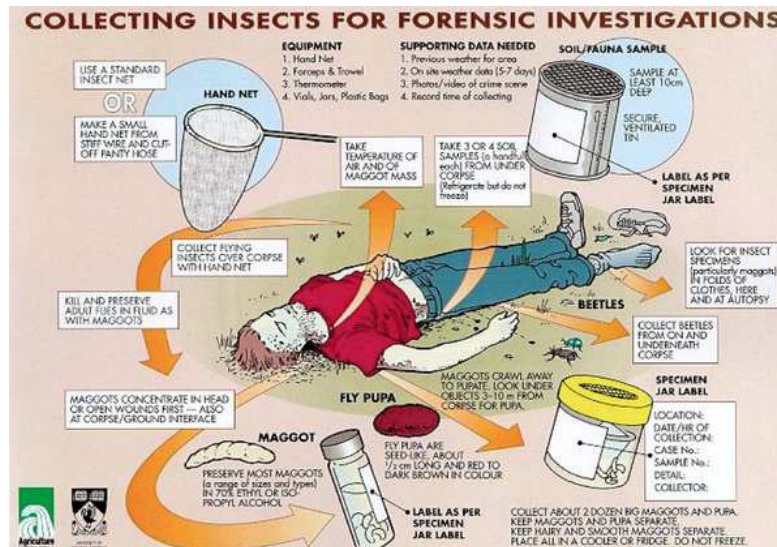


Figure 15 : la collecte des insectes pour les enquêtes judiciaires (Anonyme, 2008b).

1.10 - Les Insectes Nourriront-Ils La Planète?

Depuis 2008, la FAO (L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) soutient le développement de la consommation des insectes dans tous les pays du monde, pour des raisons économiques et écologiques. Cette organisation internationale cherche aussi à promouvoir l'utilisation des insectes dans les pays industrialisés, comme une source de protéines de bonne qualité et dont la production serait plus respectueuse de l'environnement.

Au XXe siècle, l'augmentation de la productivité des cultures et l'industrialisation de l'élevage ont permis de réduire la malnutrition, sans la résorber complètement, et au prix de problèmes importants : épizooties (grippe aviaire, maladie de la vache folle), recours massif aux hormones et aux antibiotiques, mauvaises conditions de vie des animaux.

De plus, l'élevage actuel a un impact considérable sur l'environnement. Plus de la moitié des terres cultivées est consacrée à cette seule activité, surtout pour la culture des céréales et du soja destinés aux animaux. L'élevage génère, directement ou indirectement, toutes sortes de polluants : pesticides, nitrates, ammoniac, gaz à effet de serre... Malgré cela, près d'un milliard de personnes souffrent encore d'un manque de protéines alimentaires. Vu l'étendue des dégâts déjà provoqués par notre consommation de viande, son augmentation prévisible devient très préoccupante. Les projections indiquent en effet un doublement de la demande en produits animaux, viande et laitages, de 2000 à 2050.

Une alimentation totalement végétarienne ne résoudrait pas tous les problèmes. Non seulement la viande revêt une importance symbolique et sociale très importante dans la plupart des sociétés, mais l'abandon des protéines animales suppose qu'elles soient remplacées par des protéines végétales, dont la culture et la transformation ont également un impact énorme sur l'environnement. Des projections établies sur la base des besoins humains montrent que la situation pourrait s'améliorer si un tiers seulement de nos protéines était d'origine animale. Il faudrait aussi augmenter la proportion de sous-produits des cultures dans la nutrition des animaux. Pour cela, l'élevage d'insectes présente de multiples avantages. Ces petites bêtes sont nettement plus frugales que les vaches et les porcs et leur élevage est moins polluant. Leurs protéines et leurs graisses sont d'excellente qualité et se prêtent fort bien à la préparation de farine. Mais comment imaginer que nous puissions manger des insectes ?

1.10.1- Des insectes comestibles pour l'homme : Dans certaines cultures, la consommation des insectes est courante. C'est le cas dans certains pays d'Afrique, d'Asie, ou d'Amérique latine, où sont consommés des criquets, scarabées, larves...

1.10.2- Des insectes comestibles pour les animaux : Les insectes sont également commercialisés comme nourriture pour divers animaux insectivores, comme de nombreux reptiles, certains insectes prédateurs, comme la mante religieuse, ou encore des mammifères insectivores. On peut trouver ces insectes, en vente dans des animaleries spécialisées : grillons, blattes, vers de farine, etc. Les asticots sont élevés dans un but commercial comme nourriture pour les animaux de compagnie insectivores, tels que les reptiles ou les oiseaux.

1.10.3- D'autre utilisation des insectes :

Engrais Organique Naturel :

En parallèle à la production de protéine et d'huile, le procédé génère également un engrais organique naturel à teneur importante en nutriments : près de 10% d'azote, phosphate et potassium cumulés (NPK).

Le marché des engrais organiques se développe rapidement comme alternative durable aux engrais chimiques et autres produits de conditionnement des sols, afin de proposer une agriculture biologique, et des pratiques écologiques dans les secteurs de l'horticulture et du jardinage. L'engrais produit issu du digeste des larves des insectes est en grande partie soluble, très riche en matière organique, et idéal pour la phase de démarrage des plants grâce à une disponibilité rapide des nutriments NPK.

Appâts de pêche : Les pêcheurs à la ligne utilisent des larves de chironomes (dits vers de vase) et des vers de farine, ténébrions, comme appâts. Les asticots sont élevés dans le but de fournir des appâts pour les pêcheurs.

L'asticothérapie : permet le nettoyage de plaies contaminées par des microbes devenus résistants aux antibiotiques. Elle nécessite de petits élevages spécialisés.

1.10.4- Les insectes comestibles disposent de nombreuses qualités sur le plan nutritionnel et environnemental ?

Des aliments riches en protéines : Les protéines sont à la base du fonctionnement du corps. D'après des études scientifiques, le taux de protéines des insectes comestibles est supérieur à celui des végétaux ainsi qu'à celui des viandes, œufs et volailles vendus dans le commerce. Il peut atteindre 75% sur extrait sec.

Une solution pour nourrir 9 milliards d'individus d'ici 2050

Si manger des insectes se pose aujourd'hui en tant que question, il se pourrait que cette question devienne une évidence et une nécessité dans les décennies à venir. Nous serons 9 milliards sur terre en 2050. Pour satisfaire les besoins, la production mondiale de viande va devoir doubler. Cependant, les surfaces agricoles ne seront pas suffisantes pour assurer une telle production. La production et la consommation d'insectes se révèlent être une solution 100 % naturelle pour répondre à ce défi.

Un élevage avec un faible impact environnemental

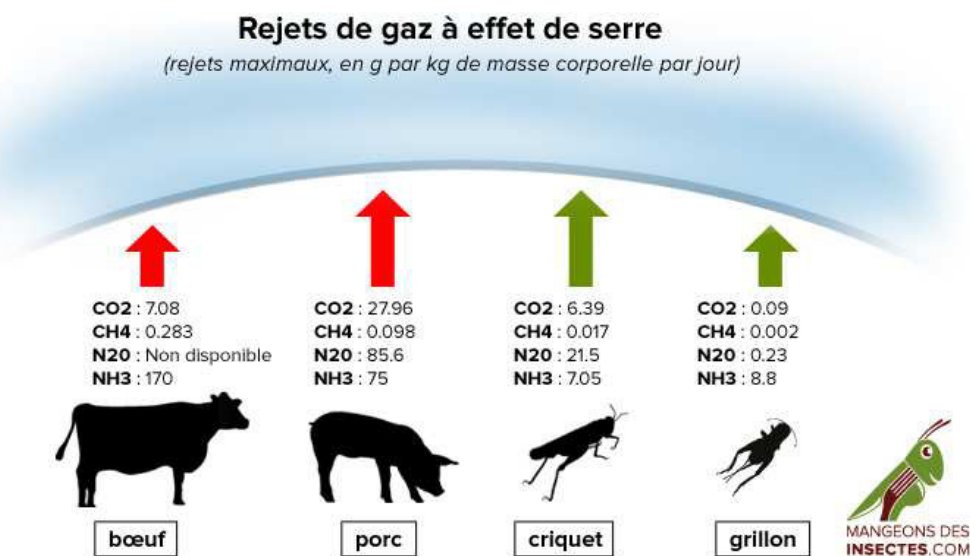


Figure 16 : élevage avec faible rejets des gaz à effet de serre.

Une source plus sûre de nourriture : les insectes en tant qu'aliments transmettraient moins de maladies vers l'Homme comparé aux sources de viande traditionnelle. La raison ? Les animaux traditionnels que nous consommons sont beaucoup plus proches des humains dans l'arbre de l'évolution que les insectes. Les humains et les animaux d'élevages traditionnels ont beaucoup de maladies communes. Ainsi, de nombreuses maladies qu'on retrouve chez les animaux traditionnels peuvent se développer en mutant chez l'Homme. Les récentes gripes aviaires et porcines en sont un parfait exemple.

Un taux de conversion inégalé :

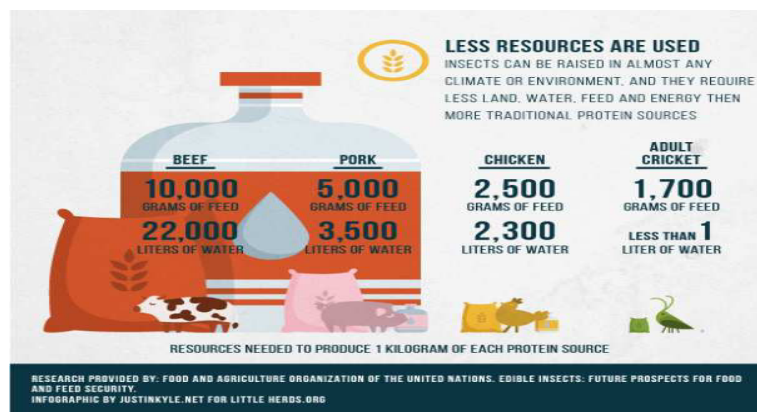


Figure 17 : Besoin en eau et en nourriture pour une production d'un kilogramme de protéines (Source : Little Herds)

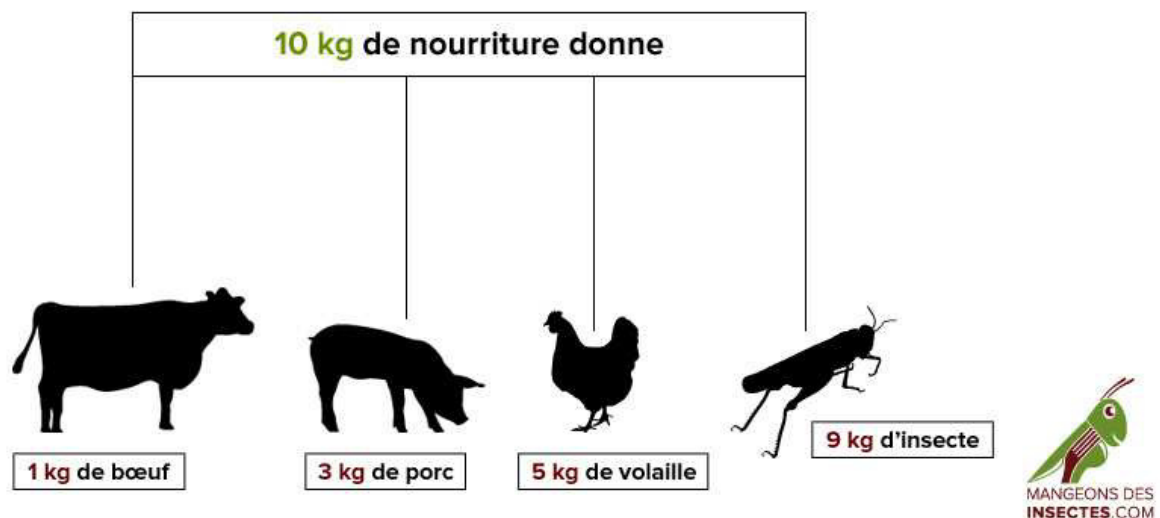


Figure 18 : rendement de viande par nourriture

Les insectes ne produisant pas de chaleur, la majorité de ce qu'ils ingèrent est dédiée à la croissance.

En effet, avec 10 kg d'aliments, vous produisez 1 kg de viande bovine, 3 kg de viande porcine, 5 kg de volaille et 9 kg d'insecte. Ainsi, produire de grosses quantités de protéines nécessite moins de produits agricoles.

Une alternative aux productions animales intensives : Beaucoup d'élevages porcins, bovins et de volailles pratiquent l'élevage intensif pour augmenter le rendement et répondre à la demande. 80 % des poules soit 36 millions d'individus sont élevées de cette manière.

La forte promiscuité des individus engendre plusieurs types de problème. Des maladies apparaissent fréquemment et entraînent l'utilisation massive d'antibiotiques et d'anxiolytiques.

Certains animaux comme les poules peuvent développer des anomalies du comportement (excès d'agressivité,...). Avec l'élevage, le transport et l'abattage des animaux peuvent aussi être sources de problèmes dans certains cas. Le transport peut engendrer des blessures comme des fractures chez les poules.

Participe au maintien de la biodiversité : Même si les élevages d'insectes à des fins alimentaires ont tendance à se développer, une grande majorité des espèces **d'insectes consommées** en Asie ou en Afrique provient de prélèvements en milieux naturels. Non contrôlés, ces prélèvements peuvent mettre en danger les espèces. L'élevage permet de réduire les prélèvements en milieu naturel par un approvisionnement fiable en insectes comestibles. L'élevage peut aussi réduire la pollution organique en recyclant les déchets agricoles et forestiers dans de l'alimentation de haute qualité.

Une variété de goûts et de formes :



Figure 19 : la biodiversité des insectes.

On compte aujourd'hui près de 1700 espèces d'**insectes consommés** par l'être humain.

1.10.5- Les ordres d'insectes les plus consommés

Les espèces d'insectes consommées appartiennent à 80 % à quatre ordres principaux (Johnson, 2010) :

L'ordre des Coléoptères (scarabées) avec 468 espèces comestibles dans le monde.

L'ordre des Hyménoptères (fourmis, abeilles et guêpes) qui compte 351 espèces comestibles.

L'ordre des Orthoptères (criquets, sauterelles et blattes) avec 267 espèces comestibles.

L'ordre des Lépidoptères (papillons et mites) comptant 253 espèces comestibles.

Puis viennent l'ordre des Hémiptères (180 espèces), des Isoptères (61 espèces), des Diptères (34 espèces) et les Odonatoptères (29 espèces).

Tableau 1 : Comparaison des apports protéiques et énergétiques entre animaux d'élevage et insectes (Sirimungkararat et al, 2010 ; Srivastava et al, 2009 ; ANSES

Animaux.	Protéines (g / 100 g de matière fraîche).	Energie (Kcal / 100 g)
Bœuf	19	150
Agneau	17	206
Veau	18	126
Porc	13	416
Poulet	21	110
Poisson	19	100
Œuf cru	13	145
Sauterelle (adulte)	17	124
Criquet (adulte)	15	125

Œuf de fourmi rouge	7	83
Termite (adulte)	14	613
Chenille	28	370
Charançon (larve)	7	562

1.10.6 - Les différents types d'élevages d'insectes : l'élevage d'insectes comestibles et non comestibles

Il y a plusieurs raisons de désirer démarrer un élevage d'insectes. En effet, l'élevage d'insectes peut avoir pour objectif des fins utilitaires, comme c'est le cas de l'apiculture par exemple. Les insectes peuvent également être élevés dans un but écologique, afin de lutter de manière 100% naturelle, contre certains insectes nuisibles. L'élevage d'insectes peut aussi avoir un but éducatif ou scientifique, ou même être réalisé dans un but alimentaire animal ou humain : l'élevage d'insectes comestibles.

1.10.7 - L'élevage des insectes et moyen de capture

La très grande majorité des insectes est actuellement obtenue par récolte en milieu naturel. La quantité obtenue dépend en premier lieu du type d'insecte lui-même et de sa biologie : par exemple, le criquet s'attrape plus facilement le matin car cet insecte est inactif à basses températures (**Van Huis, 2003**). Certains insectes sont saisonniers (comme *Lymantria dispar*) (**Régnière, 2009**), d'autres sont dépendants de la météo (certains insectes apparaissent à la fin de la saison des pluies). La disponibilité d'un insecte varie également en fonction de la disponibilité de son hôte (comme *Rhynchophorus ferrugineus* et son palmier hôte *Metroxylon sagu*).

1.10.8 - Des réticences à l'heure actuelle

Il y a 3 réticences majeurs à l'heure actuelle au développement de l'entomophagie. Le premier est l'acceptation du public, en effet même si nous consommons sans le savoir environ 500 grammes d'insectes par an (autorisation légale de 0,1 % d'insectes dans la farine de blé ou utilisation comme colorant alimentaire rouge) beaucoup d'entre nous ne sont pas prêt à les consommer volontairement du fait de leur mauvaise réputation injustifiée.

Deuxièmement, il est nécessaire de créer un système de production automatisé à échelle industrielle. Ce système permettrait une production continue avec une qualité et sécurité alimentaire optimale afin de répondre aux fortes demandes du marché.

Enfin, un environnement juridique et législatif devra encadrer la production ainsi que la mise sur le marché. A l'heure actuelle, il y'a un flou juridique au niveau européen autour de ce point.

Chapitre 2 : matériel et méthodes

Chapitre 2 : matériel et méthodes

2.1 - Le chien

Pour notre étude, nous avons sacrifié un chien dont le poids était d'environ 9kg, avec la collaboration des étudiants du Laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes de l'université Mentouri Constantine. La mise en place du cadavre dans une cage a été effectuée le 09/03/2017.



Figure 20 : le cadavre (**photo originale**)

2.2 - La cage

La cage est recouverte d'un grillage en fer avec de petites mailles afin de protéger le cadavre des prédateurs. La cage a été placée dans un espace ouvert situé au Laboratoire Régionale Biosystématique et Écologie des Arthropodes de l'université Mentouri Constantine.



Figure 21 : la cage (**Photo originale**).

2.3 - Échantillonnage des insectes adultes

Si nous voulons mener à bien une enquête au moyen des insectes, il faut récolter le bon matériel entomologique. (Wyss et Cherix, 2006).c'est pourquoi on a recours au matériel suivant :

- Paires de gants.
- Bavettes.
- des tubes en plastiques de volume variable.
- des pinces métalliques souples. (Figure 27)
- des Pinces fines
- des boites de pétrie.
- Boite en plastique (une boîte en plastique servant à conserver les larves)

2.4 - Le piège à émergence :

Pour le récolte des insectes après leur émergence des pupes, notamment les diptères nécrophages ; nous avons conçu et adapté un piège à émergence inspirés des travaux de (Wyss 1999). Ce piège est monté de bâtonnets en fer recouverts d'un tulle avec à sa base des baguettes en bois permettant de le stabiliser.

Ce piège est accroché à l'intérieur de la cage au-dessus du cadavre.

2.5 - Matériels et méthodes utilisés au laboratoire

Pour travailler de manière simple, mais efficace, il faut également avoir à disposition un minimum de matériel (Wyss et Cherix. 2006).

- Étuve où on a mis les larves pour le développement programmé à 25 °c.
- Loupe binoculaire. (Figure 25)
- Des boites de plastique (pour la conservation)
- Boîte de pétrie.
- L'eau distillée.

-De la viande fraîche sert pour la nourriture des larves.

-L'eau sucrée aussi sert comme nourriture des adultes l'or de l'émergence

2.6 - Le carnet de terrain

Il est nécessaire de noter toutes les observations et tous les détails concernant les conditions de prélèvement en indiquant le lieu, la date, l'heure et la situation climatique.

2.7 - Prélèvements des larves

Nous avons prélevé des larves des diptères durant plusieurs jours pour les mettre en élevage, nous avons suivi le cycle de développement des insectes dans les conditions ambiante de laboratoire

Nous avons procédé à des prélèvements des larves des différentes zones (la tête, les cuisses) du cadavre à l'aide d'une pince.

Les larves prélevées sont placées sur un substrat nutritif (viande haché) dans des boites en plastique fermés par un couvercle vissé, muni de petits trous pour la respiration.

- Les asticots sont mis au réfrigérateur pour les tués.

- On a placées les asticots dans une étuve pour sécher. (Figure 26)

- Ces asticots sont mis dans un mélangeur pour les moutrais.

2.8. Utilisation des engrais sur les plantes

Nous avons planté 4 types de plantes, chaque type a deux planteuse ; l'un pour l'expérience et l'autre comme témoin pour essayons notre expérience qui consiste sur la farine d'asticots comme des engrais pour améliorer la production agricole. Ainsi chaque semaine, nous mettons 10g de la farine d'asticots à l'aide d'une petite cuillère. Puis on note le développement et la croissance des plantes cultivé.



Figure 22 : des pinces métalliques



Figure 23 : viande fraîche



Figure 24: loupe binoculaire



Figure 25 : étuve



Figure 26 : asticots après le séchage



Figure 27 : la farine des asticots

Chapitre 3 : Résultats

Chapitre 3 : Résultats

3- Les observations au cours de la période d'étude

Au cours de notre étude, nous avons récolté chaque jour des spécimens adultes et des larves sur le cadavre grâce à des pinces métalliques à l'intérieur de la cage et aux alentours. Nous avons ainsi noté la date de prélèvement et l'état du cadavre. Nous avons aussi suivi le cycle de développement des insectes récoltés dans des conditions ambiantes du laboratoire les résultats obtenus sont indiqués dans ce chapitre.

Nous avons récoltés plus de 500 spécimens entre adultes et larves mais on n'a pas pu les identifier car on a gardé les larves séchées telle qu'elles sont pour les utiliser dans une prochaine expérience.



Figure 28: larves séché dans l'étuve (**photo originale**)

3.1 - Colonisation du cadavre par les insectes au terrain

Le premier jour : jeudi le 9/3/2017 à 12h on a trouvé un cadavre d'un chien au près de laboratoire de l'université. Après l'avoir mis dans la cage, on a commencé à récolter les œufs.



Figure 29 : prélèvement des œufs (photo originale)

On a laissé le cadavre une heure pour l'arrivée des insectes à cause de changement de place, après on a observé l'arrivée des mouches (diptères), nous avons observé aussi l'arrivée des fourmis pour coloniser le museau, le naseau et les yeux qui se nourrissent de la salive riche en glucose.



Figure 30 : fourmis colonisant les yeux et le museau (photo originale)

Le deuxième jour : vendredi le 10/3/2017 pas d'observation.

Le troisième jour : samedi le 11/3/2017 à 12h l'odeur commence à se dégager, on remarque beaucoup de larves de stade 1 provenant d'œufs déposés par les mouches sur le museau, l'anus et le cou.



Figure 31: envahissement des mouches au cadavre (photo originale)

Le quatrième jour : dimanche le 12/3/2017 début de détachement de la peau et décomposition des yeux, début de gonflement au niveau de l'abdomen, remarque l'arrivée d'un grand nombre de mouches. Sortie d'excrément de l'anus.



Figure 32 : colonisation d'un grand nombre de mouche (photo originale)

Le cinquième jour : lundi le 13/3/2017 à 10h du matin présence des coléoptères et des fourmis et des guêpes, gonflement du corps par les gaz de putréfaction.

Les mouches sont en pleine activité à cause de la forte odeur. Elles pondent leurs œufs sur l'abdomen et entre les cuisses. Apparition des larves de stade 2.

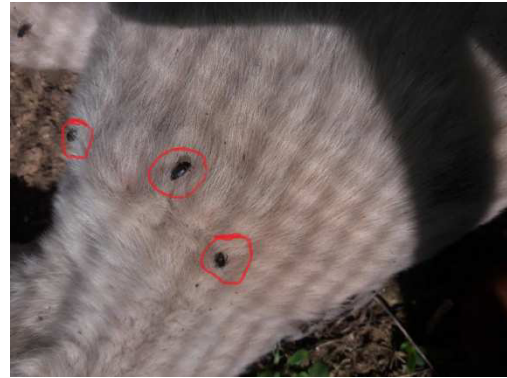
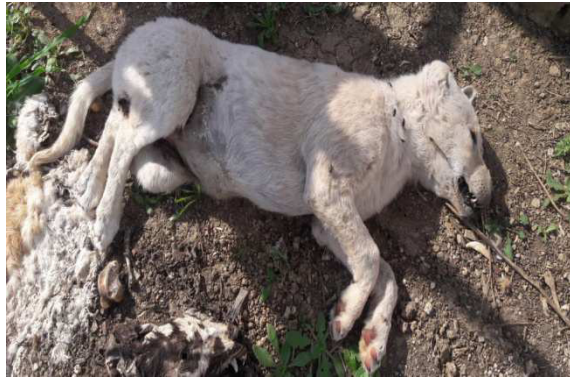


Figure 33: Substrat gonflé (**photo originale**) Figure 34 : apparition des coléoptères

Le sixième jour : mardi le 14/3/2017 à 10h du matin, détachement de la fourrure au niveau du front, nombre de mouches et de coléoptère très élevé. Les larves sont toutes au stade 3. Elles ont colonisé la totalité du cadavre



Figure 35 : détachement de la fourrure (**Photo originale**)

Figure 36 : colonisation des coléoptères

Le septième jour : mercredi le 15/3/2017 à 10h, la décomposition du cadavre s'est accentuée surtout au niveau de naseau et le museau, rupture de la peau sous la pression, noircissement de la peau et liquéfaction des tissus avec une chute de poils, nous avons observé aussi une forte activité larvaire.



Figure 37 : chute de poils (**photo originale**) Figure 38 : noircissement de la peau.

Le huitième jour : jeudi le 16/3/2017 à 10h, les masses larvaires sont aussi présentes au dessous des pattes et dans l'abdomen, décomposition avancée au niveau du front et des cuisses, on observe également un grand nombre de coléoptères.



Figure 39 : masse larvaire (**photo originale**) Figure 40 : grand nombre de coléoptères.

Le neuvième jour : vendredi le 17/3/2017 pas d'observation.

Le dixième jour : samedi le 18/3/2017 à 10h, chute complète des poils au niveau du cou et dos, masse larvaire importante au niveau de l'abdomen, observation toujours de la présence des coléoptères et aussi quelque araignées et hyménoptères.



Figure 41 : masse larvaire (photo originale) Figure 42 : apparition des hyménoptères.

Le onzième jour : dimanche le 19/3/2017 à 10h, la décomposition est étendue au niveau des pattes, les côtes sont bien visibles il ne reste qu'entre 20 a 30% de son poids initial, le nombre de mouche à diminué et les larves commence à se transformer en pré pupes.



Figure 43 et 44 : apparition de la peau et les os, abdomen dévoré et apparition des pré pupes. (Photo original)

Le douzième jour : lundi le 20/3/2017 à 10h, les organes intérieurs ont disparu car ils ont été dévorés par les larves des insectes. L'odeur commence à disparaître, le cadavre est humide car il a plu la nuit précédente, la majorité des visiteurs sont des coléoptères et quelques diptères.



Figure 45 : organes intérieurs dévorés, diminution de nombre de mouche. **(Photo originale)**

Le treizième jour : mardi le 21/3/2017 à 10h, on n'observe plus les larves on remarque l'émergence des imagos Calliphoridae de la 2ème génération, la majorité des visiteurs sont des coléoptères.



Figure 46 : majorité des visiteurs sont des coléoptères. **(Photo originale)**

Le quatorzième jour : mercredi le 22/3/2017 à 10h, au bout de 14ème jour les insectes nécrophages commencent à disparaître (Diptères et Coléoptères) et le cadavre est complètement asséché.



Figure 47: cadavre asséché, disparition des insectes nécrophages. **(Photo originale)**

18^{ème} – 16^{ème} – 17^{ème} jours : pas d'observation.

Du 18^{ème} jour jusqu'au le 22^{ème} jour : du dimanche le 26/3/2017 jusqu'à le jeudi 30/3/2017, émergence des mouche et diminution de nombre de coléoptères.

23^{ème} et 24^{ème} jour : pas d'observation.

Du 25^{ème} jour jusqu'au 30^{ème} jour : du dimanche le 2/4/2017 jusqu'à le jeudi 6/4/2017, disparition des insectes nécrophages (Diptères et Coléoptères) et le corps est décomposé.

Du 30^{ème} jour jusqu'au 45^{ème} : décomposition complète du corps



Figure 48 : décomposition complète du corps. **(Photo originale)**

3.2 - Élevage des asticots au laboratoire

Le 1^{er} jour jusqu' au 10^{ème} jour

On a récolté les œufs du cadavre, les échantillons sont conservés au laboratoire.

Les larves de Diptères extraites vivantes sont placées sur un substrat nutritif (viande hachée). Ces asticots sont gardés à température ambiante dans des boîtes en plastiques fermés par un couvercle vissé, muni de petits trous pour la respiration.



Figure 49 : les œufs (photo originale)



Figure 50 : les œufs sous loupe (photo originale)

Le 11^{ème} jour jusqu' au 14^{ème} jour

Ces élevages sont ainsi maintenus jusqu'à l'apparition des larves de stade (L3).



Figure 51 : les larves du stade L3 (photo originale)



Figure 52 : les larves pré pupes

Le 15 jour jusqu' au 19^{ème} jour

Les asticots sont mis au réfrigérateur pour ralentir leur développement.

Le 20^{ème} jour jusqu' au 25^{ème} jour

Les asticots sont placés dans une étuve à température de 30 à 35°C pour sécher. (Figure 24)



Figure 53: les asticots séché (photo originale)

Le 26^{ème} jour jusqu' aux 30^{ème} jours

On a placées ces asticots dans un mélangeur pour les moudrais. Nous avons obtenir la farine des asticots pour les utiliser comme des engrais dans notre expérience. (Figure 25).



Figure 54 : la farine d'asticots (photo originale)

3.3 - Utilisation de la farine des insectes (asticots) comme des engrais

Les engrais d'insectes peuvent être incorporés au support de culture, utilisés en paillis ou en pulvérisation. 100% naturels et sans polluants, ces engrais ne présentent aucun risque toxique pour les utilisateurs et les animaux domestique.



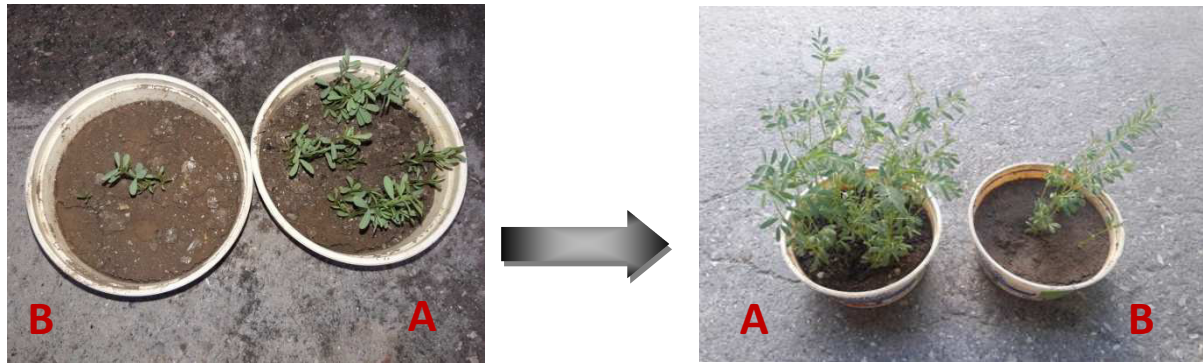
Figure 55 : le 30/4/2017, 8 pots de différents plante : 2 pots de pois chiche, 2pots de Maïs, 2pots de lentilles et 2 pots de haricots blanc (un pot témoin et un pot avec la farine des asticots des insectes nécrophages). (Photo originale)

3.4 - Observation de cycle de croissance des plantes cultivées avec et sans la farine des insectes

3.4.1 Les lentilles (*Lens culinaris*)



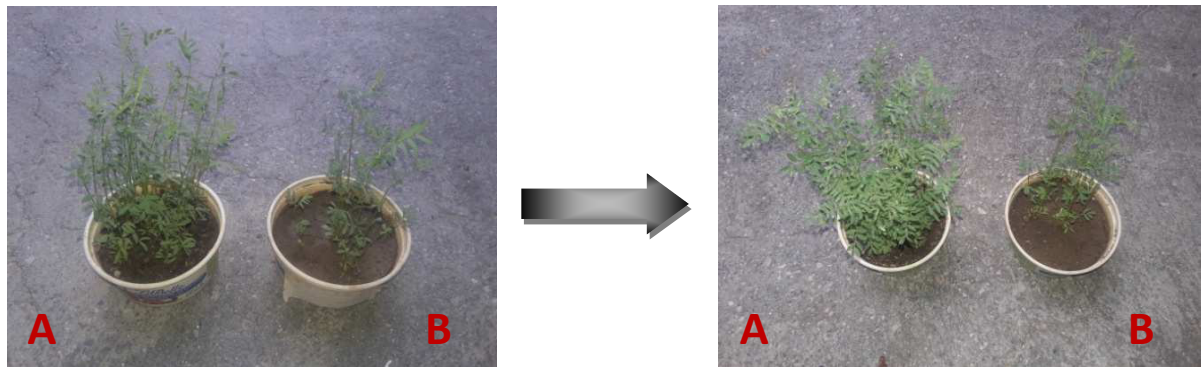
Le 5/5/2017 (Photo originale)



Le 16/5/2017

(Photo originale)

Le 20/5/2017



Le 24/5/2017

(Photo originale)

Le 1/6/2017



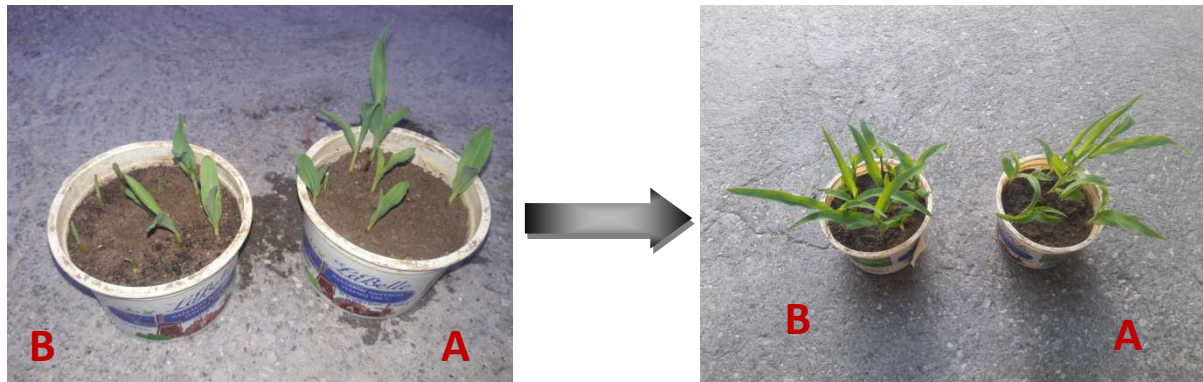
Le 7/6/2017 (Photo originale)

Figure 56 : observation de croissance de plante de lentille (*Lens culinaris*) avec et sans les engrais

A : plante traitée avec la farine des asticots.

B : plante non traité engrais (témoin).

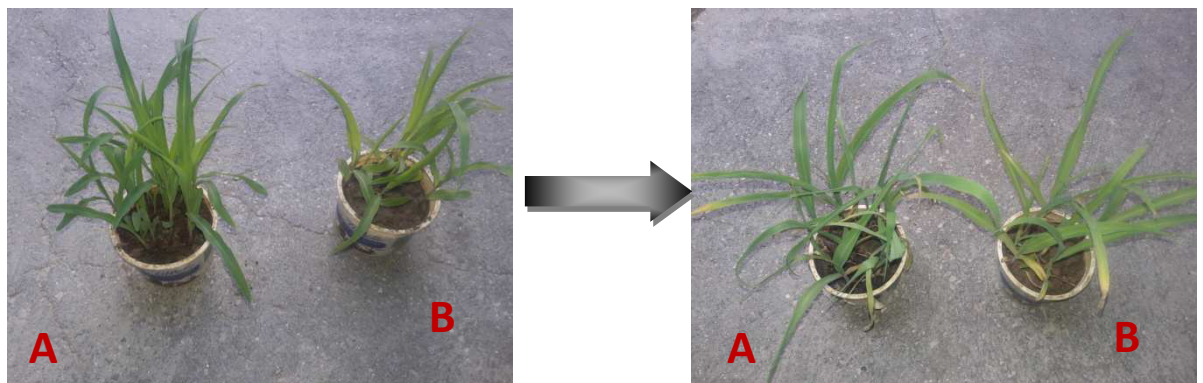
3.4.2 Le maïs (*Zea mays*)



Le 16/5/2017

(Photo originale)

Le 20/5/2017



Le 24/5/2017

(Photo originale)

Le 1/6/2017



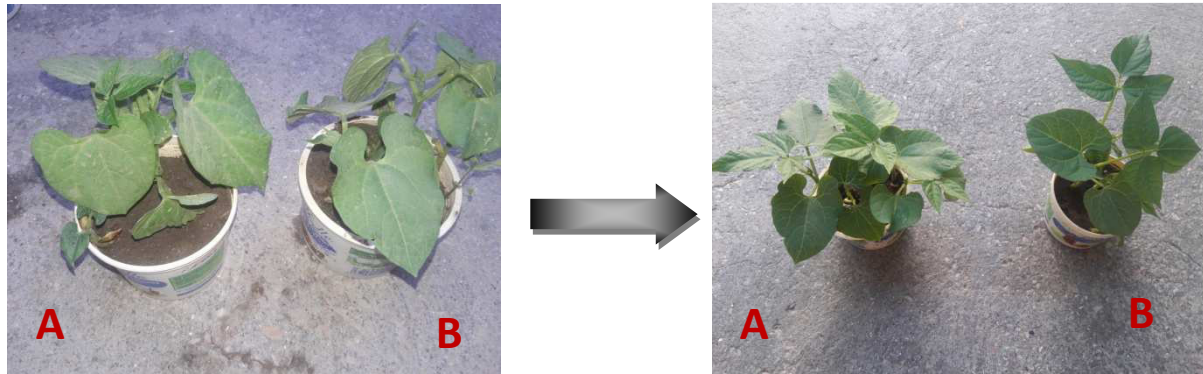
Le 7/6/2017 (Photo originale)

Figure 57 : observation de croissance de plante de maïs (*Zea mays*) avec et sans les engrais

A : plante traitée avec la farine des asticots.

B : plante non traitée engrais (témoin).

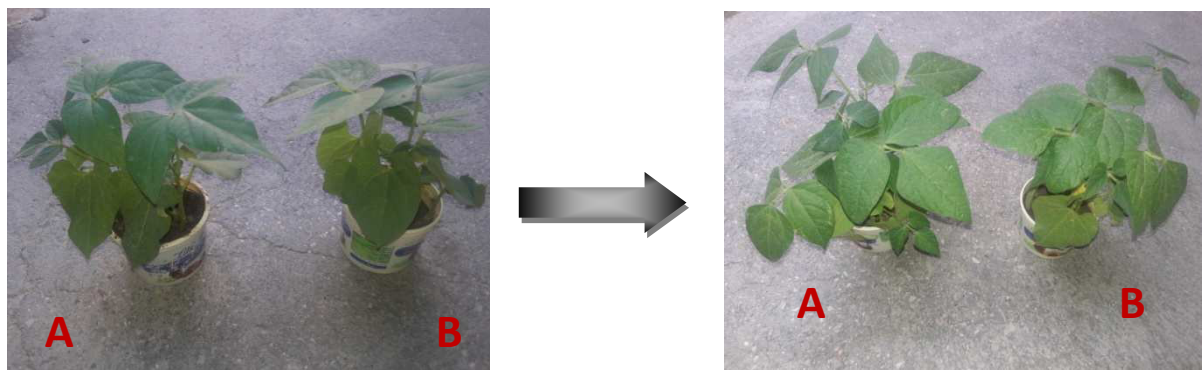
3.4.3 - Le haricot blanc (*Phaseolus vulgaris*)



Le 16/5/2017

(Photo originale)

Le 20/5/2017



Le 24/5/2017

(Photo originale)

Le 1/6/2017



Le 7/6/2017 (Photo originale)

Figure 58 : observation de croissance de plante de haricot blanc (*Phaseolus vulgaris*) avec et sans les engrais

A : plante traitée avec la farine des asticots.

B : plante non traitée engrais (témoin).

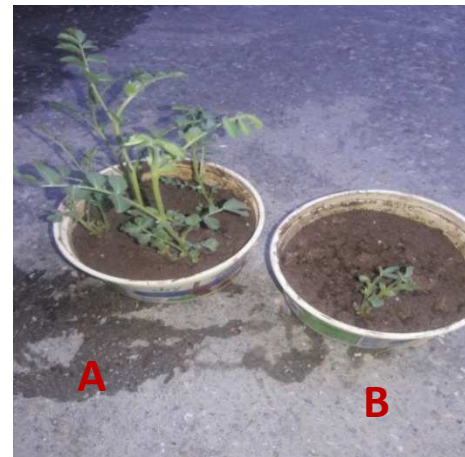
3.4.4 - Le pois chiche (*Cicer arietinum*)



Le 16/5/2017



(Photo originale)



Le 20/5/2017



Le 24/5/2017



(Photo originale)



Le 1/6/2017



Le 7/6/2017 (Photo originale)

Figure 59 : observation de croissance de plante de pois chiche (*Cicer arietinum*) avec et sans les engrais

A : plante traitée avec la farine des asticots

B : plante non traitée engrais (témoin).

On a mis les engrais presque chaque semaine tout au long la période d'un mois d'une contité de 10g a peu prés comme il es évident dans les photos.



Figure 60 : mettre les engrais a l'aide d'une cuillère a café

3.4.5 - Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais

Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais le 16/05/2017

Plante	lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Date	16/05/2017							
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
La taille	14cm	10cm	10cm	1 cm	14cm	11 cm	12cm	5cm
Nbr de tiges	16	1	2	1	4	3	10	6
Nbr de feuilles	4à6à8 foliole	2à4à6 foliole	6 à 8 foliole	1 ^e foliole	Σ 15 moyenne feuille	Σ 8 petite feuille	/	/
Couleur de feuille	Verte							

Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais le 20/05/2017

Plante	Lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Date	20/05/2017							
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
La taille	18cm	15cm	16cm	8cm	18cm	16cm	18cm	14cm
Nbr de tiges	20	3	4	2	5	3	12	8
Nbr de feuilles	6à8à10 foliole	4à6à8 foliole	8à10 foliole	2à4 foliole	∑ 20 moyenne feuille	∑ 10 petite feuille	/	/
Couleur de feuille	Verte							

Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais le 24/05/2017

Plante	Lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Date	24/05/2017							
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
La taille	24cm	22cm	28cm	15cm	24cm	19cm	26cm	24cm
Nbr de tiges	25	8	5	2	5	4	12	8
Nbr de feuilles	6à8à10 foliole	4à6à8 foliole	10à12 foliole	6à8 foliole	∑ 28 moyenne et grande feuille	∑ 15 petite et moyenne feuille	/	/
Couleur de feuille	Verte							Vert clair

Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais le 28/05/2017

Plante	Lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Date	28/05/2017							
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
La taille	26cm	23cm	32cm	20cm	28cm	25cm	30cm	27cm
Nbr de tiges	30	10	5	2	5	4	12	8
Nbr de feuilles	6à8à10 foliole	4à6 à8 foliole	10à12à14 foliole	8à10 foliole	∑ 34 grande	∑ 29 grande	/	/
Couleur de feuille	Verte						Vert foncé	Vert clair jaunâtre

Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais le 01/06/2017

Plante	Lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Date	01/06/2017							
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
La taille	28cm	25cm	35cm	24cm	30cm	29cm	33cm	28cm
Nbr de tiges	30	10	5	2	5	4	12	8
Nbr de feuilles	6à8à10 foliole	4à6à8 foliole	12à14 foliole	8à10 foliole	∑ 34 grande feuille	∑ 28 feuille(1 ^e mangé par les ravageurs)	/	/
Couleur de feuille	Verte						Vert foncé	Vert clair jaunâtre

Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais le 07/06/2017

Plante	Lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Date	07/06/2017							
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
La taille	30cm	27cm	40cm	30cm	39cm	40cm	35cm	32cm
Nbr de tiges	30	10	5	2	5	4	12	8
Nbr de feuilles	6à8à10 foliole	6à8 foliole	12à14 foliole	8à10à12 foliole	∑ 50 grande feuille	∑ 40 grande feuille	/	/
Couleur de feuille	verte						Vert+qlq feuille fanées	Feuilles fanées

3.4.6 - Calcul de la moyenne de croissance des plante cultivées

Plante	Lentille (<i>Lens culinaris</i>)		Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)		Haricot blanc (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		Maïs (<i>Zea mays</i>)	
Type de plante	p.traité	p.témoin	P.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin	p.traité	p.témoin
Moyenne de taille	23,33cm	20,33cm	26,83cm	16,33cm	25,50cm	23,33cm	25,66cm	21,66cm
L'écart type	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

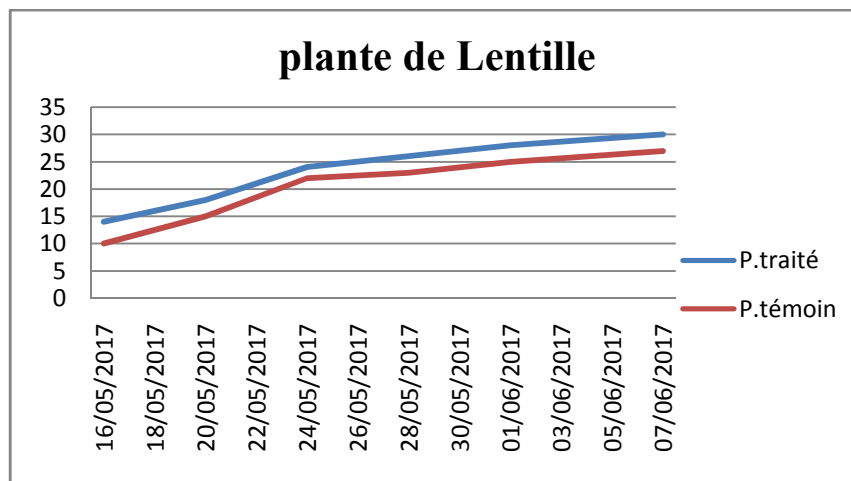


Schéma 1 : représente la croissance de la plante de Lentille (*Lens culinaris*) au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

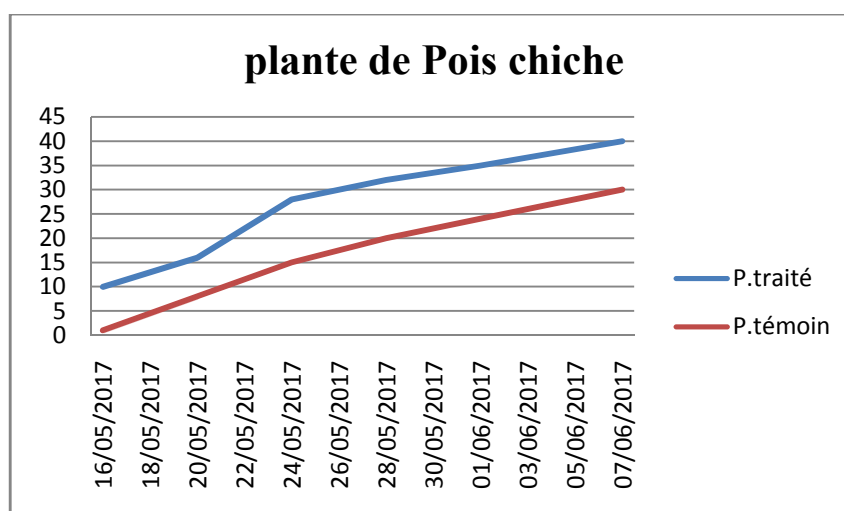


Schéma 2 : représente la croissance de la plante de Pois chiche (*Cicer arietinum*) au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

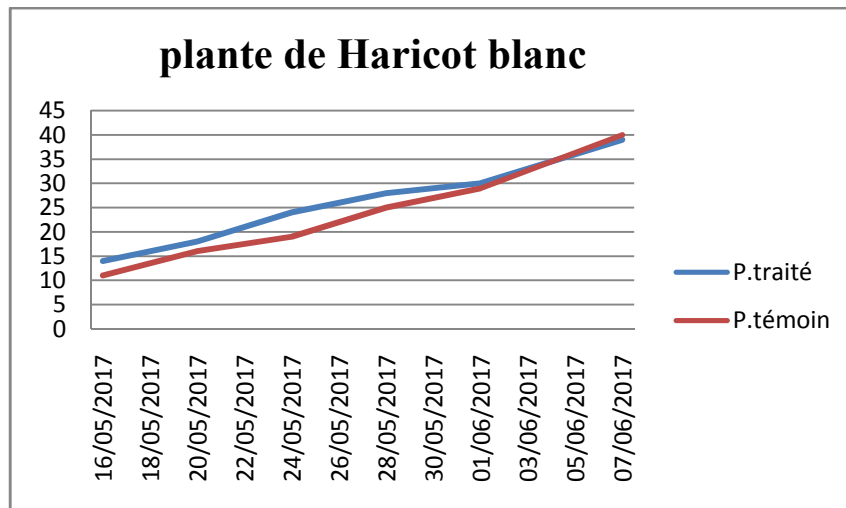


Schéma 3 : représente la croissance de la plante de Haricot blanc (*Phaseolus vulgaris*) au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

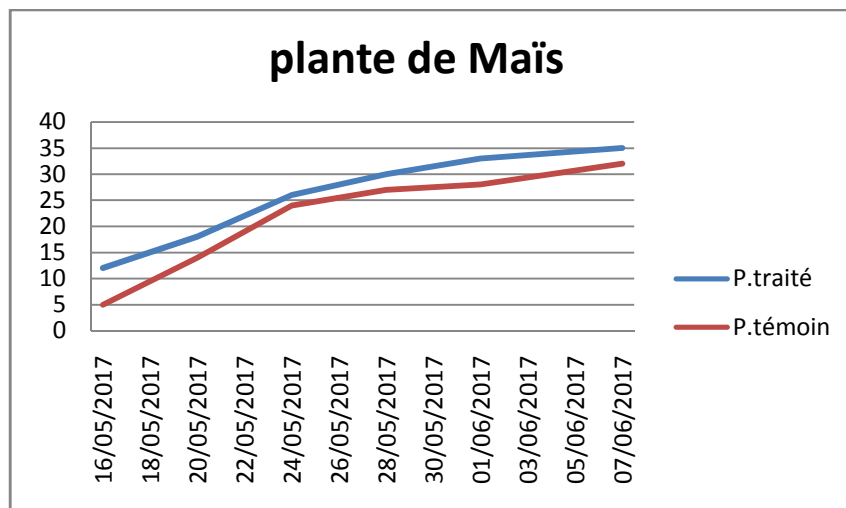


Schéma 4 : représente la croissance de la plante de Maïs (*Zea mays*) au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

Chapitre 4 : discussion

Nous allons tenter de discuter nos résultats sur les recherches menées sur un substrat représenté par un cadavre d'un chien qui pèse environ 9kg et le déroulement de la décomposition cadavérique à partir d'une succession des insectes nécrophages qui participe à sa dégradation plus l'utilité de ces insectes dans l'agriculture.

L'expérimentation que nous avons menée se déroule dans une cage à un espace ouvert situé au laboratoire régionale (Biosystématique et Écologie des Arthropodes de l'université Mentouri Constantine à chaabat erssas)

La cage est recouverte d'un grillage en fer avec de petites mailles afin de protéger le cadavre des prédateurs.

4.1 - La décomposition cadavérique et visite des insectes

La composition des taxons de l'entomofaune de Diptères attirés par les carcasses de chiens et de lapins au niveau du genre et de la famille est semblable à ce qui a été rapporté dans des études antérieures (**Payne 1965 ; Anderson et VanLaerhoven 1996 ; Bourel et al. 1999 ; Grassberger et Frank 2004, Al-Mesbah et al. 2012**).

Nos résultats révèlent que les premières espèces visitant le cadavre sont présentés principalement par les familles des Diptères ce qui corrobore les travaux de **Wyss(2004), Tabor (2004) et Benmira (2010)**.

D'après les expériences de **Boulay (2011)**, les larves des Diptères nécrophages sont capables de détecter les signaux attractifs (telle que l'odeur de la viande). Sachant que les jeunes larves L3 ont une réponse olfactive non différente de larves au stade L2 (**Kaise& Cobb ,2008**).

Claude Wyss & Daniel Cherix (2002) ont expérimentés sur un cochon de 25kg alors que notre travail s'est réalisé sur un chien de 9 kg.

Notre travail est basé sur l'influence des insectes nécrophages sur la dégradation cadavérique, alors que les insectes n'ont pas les seuls facteurs qui agissent sur la vitesse de dégradation, il y a aussi la température, l'humidité, les bactéries, le lieu et cause de la mort.

Selon les travaux de **Tabor et al., (2004)** réalisé sur une carcasse de porcs, 4états de décomposition avancée sont mentionnés, à savoir : cadavre frais, début de gonflement-

putréfaction, décomposition avancée et enfin dessèchement. Ces états, nous les avons constatés et notés durant notre expérimentation. Par ailleurs, comme l'a avancé **Vass (2001)**, la décomposition du substrat sur lequel nous avons travaillé débute quelques heures seulement après la mort.

Notre expérience a débuté le 9/03/2017, après le dépôt d'un cadavre d'un chien, les récoltes journalières des œufs, des larves et des adultes des Diptères nécrophages sont associées à des relevés de l'état de décomposition du cadavre toute au long la période de travail.

Durant les premiers jours de notre expérience nous avons récolté les larves et les adultes attirés par l'odeur cadavérique le climat été favorable et semble être suffisant pour faciliter l'arrivée et l'activité des Diptères nécrophages sur le cadavre qui est une source d'énergie importante pour cette souche. Sachant que la décomposition du cadavre attire très tôt certains insectes et d'autres plus tardivement. C'est le principe des escouades définies par **Megnin (Wyss&Cherix 2006b)**.

4.1.1 - Observation de la décomposition cadavérique et visite des insectes Au terrain

Du 1^{er} au 10^{ème} jour : le cadavre est placé dans la cage l'odeur cadavérique a attiré quelque mouches de viande ils ont colonisés le museau le naseau et les yeux, après l'odeur commence à se dégager plus en plus se qui attire plus d'insectes comme les fourmis et les coléoptères et les guêpes, les mouches pondent ses œufs sur le corps qui se nourrissent du cadavre et après quelque jour devienne des larves de stade 3. La peau commence à se détacher et on remarque un gonflement au niveau de l'abdomen à cause des gaz de putréfaction.

Du 11^{ème} au 20^{ème} jour : après la chute complète du poil la décomposition est étendue, les organes intérieurs ont disparu car ils ont été dévorés par les larves des insectes il ne reste qu'entre 20 à 30% de son poids initial. La majorité des visiteurs sont des coléoptères et quelques diptères, et les larves transforment en pré-pupes puis l'émergence des imagos et donne naissance à la 2^{ème} génération.

Du 21^{ème} au plus de 30 jours : le cadavre est complètement asséché disparition des insectes nécrophages puis décomposition complète du corps.

En ce qui concerne l'expérience de **Claude Wyss & Daniel Cherix(2002)** ce n'est qu'aux 72 jours que les larves de Diptère n'ont laissé que la peau et les os par contre pour notre

expérience seulement dans un mois et demi les larves de Diptère n'ont laissé que la peau et les os. Dans les deux expériences on trouve les mêmes ordres (Diptères, Coléoptères, Hyménoptères). La durée de la période de l'expérience est plus prolongée chez l'expérience de **Wyss & Cherix (2002)** que la notre. Ceci peut s'expliquer par le fait que la Suisse est plus froide que notre région.

4.1.2 - Élevage des insectes nécrophage au laboratoire

Les œufs et les larves prélevés du cadavre ont été mis en élevage à température ambiante de laboratoire. À compter du premier jour de la mise en élevage des œufs et des larves, des morceaux de bœuf ont été ajoutés pour nourrir les larves durant leur développement. Les modifications morphologiques au cours de développements larvaires ont été observées et contrôlées chaque jour pour les arrêter au stade larvaire avant qu'ils entrent au pupaison.

Dans notre expérience les asticots sont mis au réfrigérateur pour ralentir leur développement et les tuer puis on les place dans l'étuve à température de 30 à 35°C pour sécher. Après le séchage complet des asticots on les place dans un mélangeur pour les mouliner et les utiliser comme des engrais biologiques.

4.2 - Utilisation de la farine des asticots nécrophages comme des engrais bio

Actuellement, les engrais de synthèse destinés au jardinage sont très nombreux sur le marché. Cependant, les fabricants et les vendeurs mettent dorénavant l'accent sur des produits plus naturels pour le bien-être de votre jardin. Après tout, les arbres fruitiers, les légumes et les fleurs ont impérativement besoin d'engrais pour se développer. Outre le compost, les engrais organiques et minéraux ont également beaucoup à apporter...

De plus en plus sollicités dans l'agriculture bio, les engrais naturels possèdent de nombreux avantages. Ils favorisent les qualités nutritives du sol en le protégeant de l'érosion naturellement. Par ailleurs, ces engrais constituent une alternative écolo aux herbicides. Ils permettent d'éviter le développement des mauvaises herbes.

Depuis 2014, **Entomo Farm** développe un système éco-industriel pour l'élevage d'insectes en France. Pensé pour répondre aux exigences de la filière agro-alimentaire, ce système permet de produire de grandes quantités d'insectes avec un minimum de ressources naturelles, tout garantissant la traçabilité et la sécurité sanitaire du produit fini. En 2017, la société délivrera chaque jour 3,6 tonnes de produits nutritifs issus de l'insecte.

Ces engrais bio sont particulièrement adaptés à un usage domestique, en intérieur et au jardin.

Riches en matière organique (>80%), les engrais d'insecte améliorent la structure du sol et favorisent l'activité microbologique. Fertilisants à libération lente, ils apportent progressivement aux plantes les éléments nutritifs nécessaires au développement des racines, des feuilles et des fruits. Du fait de leur teneur en chitine, les engrais d'insecte agissent comme des activateurs immunitaires, qui protègent les cultures contre les nuisibles et les maladies. (**Antoine TILY, Chef de produit nutrition végétale**)

En Algérie, cette science reste très limitée et n'est pas encore appliquée. Ce travail mené dans le cadre de ce mémoire n'est qu'une première approche.

Dans notre expérience nous avons planté 4 plantes ou nous utilisant le même type de sol et le même nombre de grains et dans les mêmes conditions climatique (2pots de lentilles, 2 pots de pois chiche, 2 pots de haricot blanc et 2 pots de maïs. Dans chaque type de plante on a fait une plante traité et l'autre témoin).

Nous avons mit les engrais bio qui constitue de la farine des insectes chaque semaine a peut près a l'aide d'une cuillère à café qui tient 10g dans les pots traité et on observe et on note la croissance et le changement entre le pot qui contient la farine des insectes et le pot témoin.

Pendant notre expérience et au bout de la première semaine on compare les plantes traités par rapport aux plantes témoins nous constatant que la croissance des plantes traités et grande par rapport aux plantes témoins, durant la deuxième et la troisième semaine les deux types plantes ont grandit les traités et les témoins mais toujours les traité avec les engrais plus que les témoins.

A la quatrième semaine nous avons notés un changement de couleur dans les feuilles de quelque plantes en vert jaunâtre ou par fois même des feuilles jaune et perforées à cause des ravageurs comme les fourmis dans les pots témoins.

Après plus d'un mois d'observation nous constatant que les engrais que nous avons fabriqué à base d'asticots nécrophage sont utiles pour le sol et pour les cultures

Cependant il faut mentionner que cette expérience correspond avec le résultat d'**Entomo Farm** mais ne suffit pas pour la considéré comme un résultat confirmé donc nous devons faire des recherches approfondi pour assuré la validité de cette hypothèse dans notre pays.

Conclusion et perspective

Conclusion et perspective

Les résultats de l'expertise réalisée sur le cadavre de chien ont démontrés que les insectes nécrophages sont les principaux acteurs de la décomposition des cadavres.

Leur mode d'action consiste à une digestion des tissus cadavériques en éléments nutritifs essentielle pour eux.

Entre autre les premiers représentants de la faune nécrophages sont les diptères après quelque jour les coléoptères et les hyménoptères.

Les insectes n'ont pas les seuls facteurs qui agissent sur la vitesse de décomposition d'un cadavre il y a d'autre facteurs qui ont un effet significatif comme la température, la cause de la mort, l'humidité, le lieu, les bactéries et les moisissures .ce travail a une grande importance pour la médecine légale et la police scientifique pour l'estimation du délai post-mortem des cadavres.

Le développement de l'entomophagie et la diversification de la production alimentaire pourrait ainsi stopper la malnutrition sévissant dans certains pays du tiers monde exposés à ce fléau.

En trouvant d'autres sources de protéines et en permettant à chacun de se lancer dans l'élevage d'insectes, nous pourrions arriver à une autosuffisance salubre pour la planète. L'aide au tiers monde n'aurait alors plus de raison d'être, chaque état se montrerait maître de ses sources alimentaire. Nous limiterons la surconsommation actuelle et nous conserverons d'autres ressources naturelles surexploitées actuellement

Les larves des insectes pourraient être la réponse à la pénurie mondiale croissante d'aliments pour animaux et végétaux et les êtres vivants. La farine de poisson et le soja sont des sources de protéine classiques pour les animaux de ferme, notamment pour les poulets et les porcs. Mais ces deux sources sont devenues chères. Mais aujourd'hui La farine d'insectes semble être une solution à gros potentiel pour l'avenir, notamment pour l'alimentation avicole et il nous semble important que les travaux se poursuivent dans ces trois directions (alimentation animal, végétale et humaine) .

Avec plus de recherche et d'information nous pouvons prouver la validité de cette hypothèse qui nous servira au futur pour un investissement rentable et économique avantageux pour la société et la santé public.

Références bibliographiques

1. **Anonyme.** Le 26 janvier 2017. *Entomoculture*

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Entomoculture>

2. **Anonyme .2010**(*le journal des Ingénieurs* n° 128).

http://www.gembloux.ulg.ac.be/entomo/wp-content/uploads/sites/22/2015/06/JI128-Article-Entomologie_LR1.pdf

3. **Anonyme.** Genève 6 – Suisse Production 3210 Kerzers – Suisse.

<http://entomeal.ch/wordpress/?lang=fr>

4. **Anticimex AG.** 2014 *Diptères, mouches au sens large*1 - 4 PP.

<https://www.anticimex.com/globalassets/schweiz-defrit-ch/fr/downloads-french/feuilles-de-biologie/dipteres-mouches-au-sens-large.pdf>

5. **Aouzal B, Khlili H, Zadri M.** 2014 / 2015. *Étude de la biodiversité des larves de Diptères nécrophages*, Université de 20 Aout 1955 Skikda 1 – 43 PP.

<http://www.insectescomestibles.fr/blog/elevage-insectes-comestibles-how-to/>

6. **A-V. Huis. J- V. Itterbeek. H. Klunder .E. Mertens. A. Halloran. G. Muir et P. Vantomme.** 2014. *Insectes comestibles: Perspectives pour la sécurité alimentaire et l'alimentation animale*. Organisation de la nation unie pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.

7. **A. Tily.**2014. *Engrais d'insecte : des amendements organiques 100% naturels et sans odeur pour nourrir le sol et les plantes*. Entomo Farm.

<http://entomo.farm/engrais-insectes/>

8. Banjo. A.D. Lawal, O. A. And SONGONUGA, E. A.2006. FAO Edible forests insects: The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria...Department of Biological Sciences, Olabisi Onabanjo University, P.M.B. 2002, Ago-Iwoye, Nigeria. *African Journal of Biotechnology* Vol. 5 (3), pp. 298-301, 2 February

<http://www.mangeons-des-insectes.com/pourquoi-manger-des-insectes>

9. Bensaada.F, Nadir B.A, 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(2): 319-1473

10. C.Frederickx, J. Dekeirsschieter, J. Verheggen & E. Haubruge. 2011. Faunistic Entomology, *L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes*, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité d'Entomologie Fonctionnelle et Evolutive, 238 – 249 PP.

11. C.Frederickx et al, Entomol. Faun. – Faun. Entomol. 2011(2010) 63 (4), 237-249

<http://popups.ulg.ac.be/2030-6318/index.php?id=2279&file=1>

12. C. Wyss, D. Cherix 1993. Identité judiciaire du canton de Vaud, Lausanne, Musée de zoologie et Institut d'écologie, Lausanne, *les insectes nécrophages au service de la justice : entomologie forensique en suisse-Romande* 1 – 9 pp.

13. D.Wayne, Lord PhD, C.William, Rodriguez PhD. 1989. Forensic Entomology: The Use of Insects in the Investigation of Homicide and Untimely Death. *The Prosecutor*. 41 – 48 PP.

14. D. Charabidze 20/11/2008, *Étude de la biologie des insectes nécrophages Et application à l'expertise en entomologie médico-légale*, Université du Droit et de la Santé - Lille II, 2008. Français 1 – 278 PP.

15. D. Charabidzé et B. Bourel 2007, Entomologie médico-légale : les insectes au service de la justice, *Insectes* n°147 - 2007 (4), 1 – 31 PP.

16. D.Charabidze. 24 mai 2012 *La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale*, Annales de la Société entomologique de France (N.S.) International Journal of Entomology, 239 – 252 PP.

<http://www.tandfonline.com/loi/tase20>

17. D. Dillen. Le 13 Février 2014. Des insectes au menu. *Bio info le magazine du mieux vivre*.

<https://www.bio-info.com/fre/28/alimentation/nutrition/dossier-des-insectes-au-menu>

18. E. Louyest .03/01/2009. *Initiation à l'entomologie forensique ou entomologie médico-légale*

http://www.sfu.museum/forensics/fra/pg_media-media_pg/entomologie-entomology

19. E. Fitches. Les larves d'insectes comme source de protéines pour l'alimentation des animaux. PROTEINSECT

http://cordis.europa.eu/news/rcn/125262_fr.html#top

20. ENGRAIS ORGANIQUE NATUREL. Kerzers – Suisse.

<http://entomeal.ch/wordpress/?lang=fr>

21. Faucherre J. Cherix D. & Wyss C. 1999. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae) under extreme conditions. *J. Ins. Behavior*, 12(5): 687-690.

22. F. Filali. 2010. *Contribution a l'étude de la colonisation préférentielle d'un cadavre animale par les insectes nécrophages*, Université Mentouri Constantine Faculté des Science de la Nature et de la Vie Département de Biologie Animale 1 – 38 PP.

23. F. Boulkenafet. Le 04/07/2016. *Caractérisation des insectes nécrophages, leur utilité en médecine légale et dans les enquêtes judiciaires*, Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des sciences de la nature et de la vie Département de Biologie Animale 1 -144 PP.

24. Flo. Les insectes proposés comme une solution. Entomove Project.

<http://www.entomoveproject.com/pourquoi-manger-des-insectes/>

25. G. Bourbonnais.2007. *Directives pour la collection d'insectes et d'arthropode.* Département de biologie et de TBE Cégep de Sainte-Foy 1 – 22 pp.

<http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/entomo/>

26. H.K. Smari. Le 06/07/2011. *Contribution à l'étude des facteurs climatiques influençant la colonisation d'un cadavre par les insectes nécrophages et principe de la datation de la mort.* Université Mentouri Constantine Faculté des Science de la Nature et de la Vie Département de Biologie Animale. 1 – 60 PP.

27. J-B. Huchet 02 Septembre 2014. *Archéoentomologie : les insectes nécrophages associés aux soldats de Carspach.* Muséum National d'Histoire Naturelle 1 – 3 PP.

<https://www.researchgate.net/publication/258451495>

28. J. Dekeirsschieter. 2012. *Etude des interactions entre l'entomofaune et un cadavre: approches biologique, comportementale et chémo-écologique du coléoptère nécrophage, Thanatophilus sinuatus Fabricius (Col., Silphidae), communauté française de Belgique* académie universitaire Wallonie-Europe université de liège– Gembloux Argo-bio Tech, 1 – 284 PP.

29. J. Dekeirsschieter et E. Haubruge. 7 mai 2009. *Entomologie forensique*, Académie universitaire Wallonie-Europe Unité d'entomologie fonctionnelle et évolutive FUSAGx, 1 – 36 PP.

30. J. Dekeirsschieter, C. Frederickx, F. Verheggen, E. Haubruge. L'écologie chimique au service de l'entomologie forensique, *Le Journal des Ingénieurs n°128* - Avril 2010, Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive - Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, 12 – 15 PP.

31. J Boulay .le 16/12/2015. *Étude du comportement d'agrégation des larves nécrophages de Diptères : de l'individuel au collectif* ,Unité de Taphonomie Médico-légale de Lille Unité d'Ecologie Sociale, Université de Lille II Université Libre de Bruxelles1 – 165 PP.

32. J. Nowak entomologique ISSN 2491-4347

<http://pipiou.over-blog.com/article-22894399.html>

33. J-B de Panafieu.2013.*les insectes nourriront-ils la planète ?* Éditions du Rouergue, 1 – 20 PP.

34. K. Mougeat. Le 29 octobre 2012. *L'entomologie Forensique*, Université de NANTES unité de formation et de recherche d'odontologie 1 - 41 PP.

35. K.HAMEL. 12/07/2011. *Contribution à L'étude de l'Influence de la température sur le développement des insectes nécrophages*, Université Mentouri Constantine Faculté des Science de la Nature et de la Vie Département de Biologie Animale, 1 – 59 PP.

36. Lemonnier A et de Reguardati S. 2012. *Histoire de l'entomologie légale*. Muséum national d'histoire naturelle académie Paris 1 - 4 PP.

37. Lemonnier A et de Reguardati S .2012. *Datation par la méthode entomologique*. Muséum national d'histoire naturelle académie Paris 1 - 9 PP.

<https://tel.archives-ouvertes.fr>

38. Lysa et Lizig .Vendredi 22 avril 2016. Des insectes dans l'assiette .*Classes Presse 2016*. Collège Renan, Tréguier.

http://classes-presse-2016.ac-rennes.fr/sites/classes-presse-2016.ac-rennes.fr/IMG/article_PDF/article_a185.pdf

39. M. LAVALETTE .Le 15 Octobre 2013.*Les insectes : une nouvelle ressource en protéines pour l'alimentation humain*, UNIVERSITE DE LORRAINE 2013 FACULTE DE PHARMACIE 1 – 88 PP.

40. M-P Mignault Automne 2004. *Antennae*, Élémentaire, mon cher diptère! , vol. 11, no 3 BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENTOMOLOGIE DU QUÉBEC, 9 – 11 PP.

41. P. Blanchot .1991. *Élevage massif de la mouche domestique (Musca domestica)*.Ecole Pratique des Hautes Etudes.1 – 2 PP

<http://www.philippeblanchot.com/publications/Elevage%20de%20la%20mouche%20domestique,%20Musca%20domestica.pdf>

42. R- G. Foottit, P- H. Adler, J- Wiley & Sons. 2009. *Insect Biodiversity*. p. 327

[Http://www.afssa.fr/TableCIQUAL/index.htm](http://www.afssa.fr/TableCIQUAL/index.htm), 2012

<https://www.decitre.fr/media/pdf/feuilleage/9/7/8/2/8/1/2/6/9782812605109.pdf>

43. R. Fessard. 2009 – 2016. *Insectes Comestibles*.

<http://www.fao.org/3/a-i3253f.pdf>

44_ R. Vergonjeanne. 02/04/2015. Alimentation animale de demain L'élevage d'insectes valorisera nos déchets pour nourrir nos animaux. *Terre-net Média*. Ynsect. Franche-Comté.

<http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/1-elevage-d-insectes-valorisera-nos-dechets-pour-nourrir-nos-animaux-1172-109035.html>

45. 9FEVRIER2015. *LA NUTRITION DES PLANTES EST UN GRAND DÉFI. NOUS UTILISONS BEAUCOUP DE NUTRIMENTS CHIMIQUES ET SYNTHÉTIQUES POUR FAVORISER LA CROISSANCE DE NOS PLANTES QUI ONT UN IMPACT NÉGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT, ET EN PARTICULIER SUR LA BIODIVERSITÉ*. BIOLOGIQUEMENT .COM

<https://www.inxect.com/insectes-engrais-plantes-bio/>

Liste des figures

Figure 1 : Représentation schématique du lien entre la température ambiante et le développement réalisé en une unité de temps passée à cette température (TDu) chez les larves de diptères nécrophages.

Figure 2 : cycle de développement larvaire des insectes Diptères nécrophages. (*Lucilia sericata*)

Figure 3: Insecte diptère

Figure 4: *Calliphora vicina* male

Figure 5: *Calliphora vomitoria*

Figure 6 : *Sarcophaga carnaria* Linné, 1758(Anonyme, 2010).

Figure 7: Muscidae. Identification confirmed by Stephan Lebrun here

Figure 8 : *Fannia lustrator* (Fanniidae).

Figure 9 : *Piophilina casei* (Mouche de fromage).

Figure 10 : *Conicera tibialis* (mouche des cercueils).

Figure 11: *Nicrophorus tomentosus* (Silphidae).

Figure 12: Family Rovebeetles (Staphylinidae).

Figure 13: *Nasonia vitripennis*.

Figure 14 : Lepidoptera Tineidae.

Figure 15 : la collecte des insectes pour les enquêtes judiciaires (Anonyme, 2008b).

Figure 16 : élevage avec faible rejets des gaz à effet de serre.

Figure 17 : Besoin en eau et en nourriture pour une production d'un kilogramme de protéines (Source : Little Herds).

Figure 18 : rendement de viande par nourriture.

Figure 19 : la biodiversité des insectes.

Figure 20 : le cadavre (photo originale).

Figure 21 : la cage (Photo originale).

Figure 22 : des pinces métalliques (Photo originale).

Figure 23 : viande fraîche (Photo originale).

Figure 24 : loupe binoculaire (Photo originale).

Figure 25 : étuve (Photo originale).

Figure 26 : après le séchage (Photo originale).

Figure 27 : la farine des asticots (Photo originale).

Figure 28: larves séché dans l'étuve (Photo originale).

Figure 29: prélèvement des œufs. (Photo originale).

Figure 30: fourmis colonisant les yeux et le museau. (Photo originale).

Figure 31: envahissement des mouches au cadavre. (Photo originale).

Figure 32: colonisation d'un grand nombre de mouche. (Photo originale).

Figure 33: Substrat gonflé. (Photo originale).

Figure 34: apparition des coléoptères. (Photo originale).

Figure 35: détachement de la fourrure. (Photo originale).

Figure 36 : colonisation de coléoptères. (Photo originale).

Figure 37: chute de poils (Photo originale).

Figure 38: noircissement de la peau. (Photo originale).

Figure 39: masse larvaire. (Photo originale).

Figure 40 : grand nombre de coléoptères. (Photo originale).

Figure 41: masse larvaire (Photo originale).

Figure 42 : apparition des hyménoptères. (Photo originale).

Figure 43 et 44: apparition de la peau et les os, abdomen dévoré et apparition des pré pupes. (Photo originale).

Figure 45 : organes intérieures dévorés, diminution de nombre de mouche. (Photo originale).

Figure 46 : majorité des visiteurs sont des coléoptères. (Photo originale).

Figure 47 : cadavre asséché, disparition des insectes nécrophages. (Photo originale).

Figure 48: décomposition complète du corps. (Photo originale).

Figure 49 : les œufs. (Photo originale).

Figure 50 : les œufs sous loup. (Photo originale).

Figure 51 : les larves du stade L3. (Photo originale).

Figure 52 : les larves pré pupes (Photo originale).

Figure 53 : les asticots séchés (Photo originale).

Figure 54 : la farine des asticots (Photo originale).

Figure 55 : le 30/4/2017, 8 pots de plante, 2 pots de pois chiche, 2 pots de Maïs, 2 pots de lentilles et 2 pots de haricots blanc (un pot témoin et un pot avec la farine des asticots des insectes nécrophages). (Photo originale).

Figure 56 : observation de croissance de plante de lentille avec et sans les engrais

Figure 57 : observation de croissance de plante de maïs avec et sans les engrais (Photo originale).

Figure 58 : observation de croissance de plante de haricot blanc avec et sans les engrais (Photo originale).

Figure 59: observation de croissance de plante de pois chiche avec et sans les engrais (Photo originale).

Figure 60 : mettre les engrais à l'aide d'une cuillère à café.

Liste des schémas

Schéma 1 : Graphique représente la croissance de la plante de Lentille au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

Schéma 2 : Graphique représente la croissance de la plante de Pois chiche au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

Schéma 3 : Graphique représente la croissance de la plante de Haricot blanc au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

Schéma 4 : Graphique représente la croissance de la plante de Maïs au cours de temps et la différence de taille entre la plante traité et la plante témoin.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des apports protéiques et énergétiques entre animaux d'élevage et insectes (**Sirimungkararat et al, 2010 ; Srivastava et al, 2009 ; ANSES**

Tableau 2 : Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais.
Le 16/052017

Tableau 3 : Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais.
Le 20/05/2017

Tableau 4 : Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais.
Le 24/05/2017

Tableau 5 : Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais.
Le 28/05/2017

Tableau 6 : Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais.
Le 01/06/2017

Tableau 7 : Tableaux qui montrent l'évolution des plantes avec et sans les engrais.
Le 07/06/2017

Tableau 8 : Calcule de la moyenne de croissance des plante cultivées.

Summary

When discovering a body, investigators need to accurately determine the date and time of death. Forensic medicine must provide this information through the study of the characteristics of the cadaver and its decomposition state. In order to improve our knowledge we were led to realize an entomological expertise from the one we sacrificed a dog of 9kg which we deposited in a cage in an open environment located in the chaabat erssas near our laboratory.

We collected Diptera eggs and larvae from the corpse. These latter were placed in plastic cages and cultured at room temperature in a laboratory on a nutritive substrate (minced meat), the changes in larvae were monitored daily to the pre-pupae stage.

The maggots were putted in the refrigerator for the killed, then placed in a drying oven and dried afterwards and grinding using a mixer.

After preparing maggot flour, we tried to use as organic fertilizers without any toxic and polluting risk on plants and animals, for this we planted 4 plants (2 pots of each type one for experiment and the other as witness), Lentils, Chickpeas, Corn and White Bean.

Growing time varies depending on the plant and the treatment of natural fertilizers incorporated to improve agricultural production.

Nevertheless, our results and according to these fertilizers we have led to an estimation that maggot flour is very useful for enriching soil and agricultural crops.

ملخص :

عند اكتشاف وجود جثة إنسان، يحتاج الباحثون لتحديد بالضبط تاريخ ووقت الوفاة الطب الشرعي يستطيع توفير هذه المعلومات و لكن عن طريق دراسة حالة الجثة ودرجة التحلل

إن هدفنا هو تحسين معارفنا حول الحشرات المحللة للجثة و مدى استخدامها في علم الحشرات الشرعي, لذلك قمنا بتجربة متابعة تحلل جثة كلب في هذا السياق ضحينا بـ ٩ كغم ثم وضعاه على الأرض داخل قفص حديدي محاط بسياج لحمايته من الافتراس حيث يسمح بمرور الحشرات للداخل عبر الفتحات الصغيرة وذلك في مجال مفتوح وعلى مقربة من مبنى الحرم الجامعي أمام مختبرنا

لقد قمنا بأخذ عينات من جثة الكلب المتمثلة في البيض و اليرقات المتواجدة فوق الجسم ثم قمنا بتربيتها في علب بلاستيكية تحتوي عل الغذاء لضمان نمو الحشرات و ذلك في درجة حرارة غرفة المختبر, التغيرات التي طرأت على البيض و اليرقات تمت ملاحظتها يوميا قبل أن تصبح ذبابات ناضجة

وضعت اليرقات في الثلجة لقتلهم ثم وضعت في موقد كهربائي لتجفيفها بعد ذلك قمنا بطحنها في خلاط كهربائي بعدما حضرنا دقيق اليرقات جربنا استعمالها كسماد للأتربة و النباتات لذلك قمنا بغرس أربعة أنواع من النباتات و من كل نوع وعاءين واحد للتجربة و الأخر كشاهد, غرسنا عدس, حمص, ذرة و فاصوليا

مدة النمو تختلف من نبتة إلى أخرى و نوعية المعالجة بالأسمدة الطبيعية التي تساعد في الإنتاج الزراعي

لكن نتائج هذه التجربة مقارنة باستعمالنا لهذه الأسمدة الطبيعية الخالية من المواد السامة قادتنا إلى أن دقيق الحشرات مفيد لتغذية الأرض و المحاصيل

Soutenu le 06/07/2017

Bouraiou Nour El Houda

Boukhari Dounya Zed

Étude des insectes nécrophages (Diptera Insecta) d'intérêt médico- légale et agricole.

Résumé

Lors de la découverte d'un corps, les enquêteurs ont besoin de déterminer précisément la date et l'heure du décès. La médecine légale doit fournir cette information grâce à l'étude des caractéristiques du cadavre et de son état de décomposition. Afin d'améliorer nos connaissances nous étions amenés à réaliser une expertise entomologique à partir du qu'elle on a sacrifié un chien de 9kg que nous avons déposé dans une cage en milieu ouvert sis au chaabat erssas à proximité de notre laboratoire.

Nous avons récolté sur le cadavre des œufs et des larves des Diptères. Ces derniers ont été placés dans des cages en plastique et mis en élevage à température ambiante du laboratoire sur un substrat nutritive (viande haché), les changements que subissent les larves ont été surveillés quotidiennement jusqu'au stade pré pupes.

Les asticots sont mis au réfrigérateur pour les tués, puis placés dans une étuve pour les sécher et les moudrais après a l'aide d'un mélangeur.

Après qu'on à préparer la farine des asticots, nous avons tenté d'utiliser comme des engrais bio sans aucun risque toxique et sans polluant sur les végétaux et les animaux, pour cela on à planté 4 plantes (2 pots de chaque type l'un pour l'expérience et l'autre comme témoin), Lentilles, Pois chiche, Maïs et Haricot blanc.

La durée de croissance varie selon la plante et selon le traitement des engrais naturel incorporés pour améliorer la production agricole.

Néanmoins, nos résultats et en fonction de ces engrais nous avons conduit a une estimation que la farine des asticots est très utile pour enrichir le sol et les cultures.

Mots clé : insectes nécrophages, cadavre de chien, décomposition cadavérique, les asticots des diptères, la farine des insectes, engrais naturel à base d'insectes.

Encadreur : Mr. Madaci Ibrahim