

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



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



Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Poste de Graduation spécialisé
En ENTOMOLOGIE

Option : ENTOMOLOGIE LEGALE

Thème

Contribution à L'étude de l'Influence de la température sur le développement des insectes nécrophages

Présenté et soutenu par: **HAMEL KHALED**
DU : 12/07/2011

Jury d'évaluation :

Président de jury : Pr. BERCHI Selima (Université Mentouri Constantine)
Rapporteur : Pr. LOUADI KAMEL (Université Mentouri Constantine)
Examineurs : Dr. Otmani Abdelkrim (Laboratoire de Police Scientifique Constantine)

Année universitaire
2010/2011

DÉDICACE

Je dédie ce travail à toutes les personnes qui me sont chères , tous d'abord à mon adorable mère pour son amour éternel et tous ses sacrifices.

À ma chère épouse pour son soutien , sa complicité et son appuis , ainsi qu'à mon petit ange ABDERAHMANE en qui je vois la force d'avancer et à mon futur enfant qui sera bientôt parmi nous inshallah.

À mes chères frères et sœurs pour leurs encouragements, sans oublier mes beaux frères et belles sœurs et mes petits neveux .

Comme je dédie ce travail à toutes ma belle famille, à mes chers pères, mon regretté père et mon défunt beau père qui m'ont donné un modèle magnifique de labeur et de persévérance .

J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance .

MERCI

REMERCIEMENTS

Quand on parvient à cette étape du magistère, celle des remerciements, on sent à quel point une nouvelle page se tourne. Je comparerai ces deux années à un marathon et sur ce parcours, plusieurs personnes m'ont fortement encouragées et soutenu. Les remerciements qui suivent découlent aussi facilement que le jus d'un fruit bien mûr.

Je tiens tout d'abord à remercier la direction générale de la sûreté nationale qui nous a offert l'opportunité d'avancer dans notre domaine, en ayant la pensée d'ouvrir des postes de graduations spécialisés .

Mes sincères remerciements Mr MEKHNACHA Abdelhamid le chef de service du laboratoire régional de police scientifique, pour ses judicieux conseils toujours formulés avec une grande diplomatie ainsi que ces encouragements lors du cycle de la P.G.S et surtout sur le plan humanitaire.

Je souhaite également à remercier le Pr Louadi Kamel mon directeur de mémoire et initiateur de cette P.G.S, le Pr Berchi Selima et le Docteur Otmani Abdelkrim médecin légiste du Laboratoire Régionale de la police Scientifique pour avoir accepté d'être membres du jury.

Ma Famille... Merci mama, ma femme pour avoir toujours été présents, pour m'avoir soutenu, pour votre Amour tout simplement. La fierté que je vois dans vos yeux quand il s'agit de vos enfants est une source infinie de réconfort, ABDERRAHMANE, mon fils et mon complice.

Mes frères et sœurs surtout, FADILA pour sa disponibilité lors de la rédaction de ce document et pour la place si particulière qu'elle occupe dans ma vie.

Comment passer sous silence tous mes amis qui ont été si présents lors de cette formation. Enfin, je vous suis, à toutes et à tous, extrêmement reconnaissant.

SOMMAIRE

INTRODUCTION :.....	5
: DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES :.....	8
1.1 - DEFINITION DE L'ENTOMOLOGIE MEDICO-LEGALE:.....	8
1.2 - HISTORIQUE DE L'ENTOMOLOGIE MEDICO-LEGALE:.....	9
1.3 - L'INTERVALLE POST MORTEM (IPM) :.....	10
1.3.1 - DATATION A COURT TERME :.....	11
1.3.2 - PONTE : PERIODE EMBRYONNAIRE :.....	11
1.3.3- CROISSANCE LARVAIRE :.....	11
1.3.3 - PHASE PUPALE :.....	11
1.3.5 - EMERGENCE DES ADULTES (PERIODE IMAGINALE) :.....	12
1.4 - DATATION A LONG TERME :.....	12
1.5 - NOTION D'ESCOUADES D'INSECTES NECROPHAGES EN EUROPE :.....	13
1.6 - ECOSYSTEME AUTOUR D'UN ORGANISME MORT- LA VIE AUTOUR D'UN CADAVRE :.....	16
1.6.1 - LA DECOMPOSITION D'UN ORGANISME DANS UN ECOSYSTEME TERRESTRE :.....	16
1.6.2 - LES DIFFERENTS GROUPES ECOLOGIQUES QUE L'ON RENCONTRE AUTOUR D'UN CADAVRE :.....	18
1.6.3 -LES ESPECES NECROPHAGES :.....	19
1.6.4 - LES ESPECES NECROPHILES :.....	19
1.6.5 -LES ESPECES OMNIVORES :.....	19
1.6.6 - LES ESPECES OPPORTUNISTES :.....	19
1.6.7 - LES ESPECES ACCIDENTELLES :.....	20
1.6.8 - LE CADAVRE EN TANT QU'ECOSYSTEME :.....	20
1.7 - LES INSECTES NECROPHAGES :.....	22

1.7.1 – GENERALITES :.....	22
1.7.2 - DIPTERES :.....	22
1.7.2.1 - CYCLES DE DEVELOPPEMENT :.....	22
1.7.2.2 - SYSTEMATIQUE :.....	23
1.7.2.3 - LA MOUCHE :.....	25
1.7.3 - RELATION ENTRE LA VITESSE DE DEVELOPPEMENT ET LA TEMPERATURE :.....	27
1.7.4 - L'INFLUENCE DU FROID SUR LES INSECTES NECROPHAGE :.....	28
: MATERIEL ET METHODE :.....	32
2.1 – MISE EN PLACE D'UN CADAVRE DE CHIEN :.....	32
2.2- MATERIEL POUR PRELEVEMENTS ENTOMOLOGIQUES :.....	32
2.3 – MISE EN ELEVAGE :.....	34
: RESULTATS :.....	36
3.1 COLONISATION DU CADAVRE PAR LES INSECTES :.....	40
3.2 - DENOMBREMENT DES INSECTES COLONISATEURS :.....	35
3.3 - CONDITIONS CLIMATIQUES D'ELEVAGE DES INSECTES :.....	41
3.4 - MISE EN ELEVAGE DES INSECTES :.....	43
CHAPITRE 04 : DISCUSSION ET CONCLUSION :.....	46
BILIOGRAPHIES :.....	49
LISTE DES FIGURES :.....	52
GLOSSAIRE :.....	54
RÈSUMÈ :.....	56

INTRODUCTION

Lors de la découverte d'un cadavre humain, les enquêteurs judiciaires ont besoin de déterminer précisément la date et l'heure du décès. Grâce à l'étude des caractéristiques du corps et de son état de décomposition, la médecine légale peut généralement fournir cette information. Ainsi, la présence de rigidités cadavériques, l'étude des lividités ou la mesure de la température rectale sont autant de méthodes permettant d'estimer précisément l'heure du décès. Cependant, ces techniques ne sont efficaces que durant une courte période : passés quelques jours après le décès, l'estimation de l'intervalle post mortem (IPM) par les critères thanatologiques classiques devient délicate et imprécise. La seule méthode fiable permettant de dater le décès est alors l'entomologie médico-légale. Cette branche de l'entomologie, rattachée aux sciences criminelles, s'intéresse à l'étude des insectes nécrophages pour estimer le délai écoulé depuis le décès. [Damien CHARABIDZE, 2008].

La réalisation d'une expertise est un processus délicat. Elle nécessite une parfaite connaissance de la biologie et de l'écologie des insectes et des caractéristiques de l'environnement durant leur développement. La première étape consiste à prélever sur le corps un échantillon représentatif de l'entomofaune, puis à identifier les espèces récoltées et leurs stades de développement.

Lorsque le cadavre est découvert peu de temps après le décès, seuls les insectes les plus précoces (espèces pionnières) ont pu coloniser le cadavre. La vitesse de croissance des larves étant principalement contrôlée par la température. Anonyme E ,[Faucherre et al., 1999].

L'utilisation des insectes nécrophages dans la résolution d'enquêtes judiciaires se focalise à l'heure actuelle essentiellement sur une portion de la nécrofaune : les Calliphoridae (*blowflies*). Lorsque la mort survient, le premier groupe d'insectes que l'on rencontre sur un cadavre sont les Diptères nécrophages et principalement des Calliphoridae, ce qui en fait de redoutables bio indicateurs quant à la date de décès . Cependant, il faut bien admettre que cette science n'en est encore qu'à ses prémises et que de nombreuses synergies sont encore inconnues.

Les insectes nécrophages peuvent jouer un rôle important, voire décisif dans les constats de levée de corps. Ils permettent notamment, sous certaines conditions, de déterminer l'intervalle post-mortem. Toutefois chaque espèce possède des caractéristiques biologiques qu'il

est nécessaire de connaître afin d'affiner les méthodes de datation de la mort. Parmi ces caractéristiques, il en est une fondamentale qui met en relation la température ambiante et l'activité des insectes adultes. Anonyme D, [Fabre 1923, Shewell 1987, Erzinçlioglu 1990, Hall 1993, Erzinçlioglu 1996]

C'est dans ce même ordre d'idées que nous allons étudier la contribution de l'influence de la température sur le développement des insectes nécrophages, d'où l'intérêt de ce travail dans lequel nous nous attacherons à répondre à la question suivante : quelles est la relation entre la température, l'hygrométrie et le temps d'émergence sur le développement des larves ?

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 qui seront ensuite commentés et les comparées à d'autres travaux plus particulièrement ceux de **Mark Benecke**, suivi d'une discussion et conclusion générale.

Chap.I - Données Bibliographiques

Chapitre 1 -Données Bibliographiques

1.1- DEFINITION DE L'ENTOMOLOGIE MEDICO-LEGALE

Dès que la mort survient, un cadavre attire très rapidement un certain nombre de Diptères (Calliphoridaes) qui viennent pondre leurs œufs. La ponte intervient dans les premières minutes ou heures qui suivent la mort. Les pontes sont déposées dans ou à proximité immédiate des orifices naturels. A partir de cet instant, le développement de l'œuf sera dépendant de la température ambiante. Dès lors, connaissant le temps de développement de l'œuf jusqu'à l'insecte parfait, à différentes températures, ce qui permet aux enquêteurs de calculer précisément le jour, voire l'heure à laquelle les mouches ont pondu. L'intervalle post-mortem (IPM) est défini comme étant l'intervalle entre le moment de la mort et la découverte du cadavre. [Anonyme E ,Gaudry. E & Dourel. L, 2009].

Une fois les œufs ou les larves déposées sur le corps, la durée de développement des insectes, comme chez la majorité des poïkilothermes, est une fonction du temps et de la température. Cette relation s'explique par la sensibilité de nombreuses réactions enzymatiques élémentaires aux variations thermiques. Ce principe s'applique également au développement des larves d'insectes nécrophages, dont la durée de développement est dépendante de l'espèce mais également de la température. Plus il fait chaud, plus le développement est rapide, plus il fait froid, plus il est lent [anonyme C , Higley 1986, Joplin & Moore 1999, Nabity 2007].

La température est elle le seul facteur à agir sur la vitesse de développement des insectes nécrophages ? La réponse à cette question s'avère donc essentielle dans une enquête judiciaire. L'identification et l'étude de la physiologie du développement de certains insectes nécrophages constituent la base de l'analyse entomologique.

Faute de faire « parler » le cadavre, l'entomologie légale utilise ainsi ses « occupants » d'un type un peu particulier. Dans le présent mémoire, nous allons essayer de répondre à la question posée ci-dessus par le résultat des essais effectués au sein du laboratoire de Bio-systématique et Ecologie des Arthropodes à l'Université Mentouri à Constantine.

Ce mémoire va pouvoir confirmer ou infirmer l'influence de la température sur le développement des insectes nécrophages.

L'entomologie légale permet de déterminer où, quand et comment un crime a été commis. Elle est chargée d'utiliser les insectes comme preuves dans l'intérêt de la loi, souvent dans des cas d'homicides ou de morts suspectes.

Pour démasquer certains criminels, on étudie les insectes qui envahissent les cadavres. ceux-ci agissent selon une chronologie bien définie : ils indiquent le déroulement de l'action et l'heure de la mort d'un sujet à un jour près. L'entomologie médico-légale, dont la première application connue en France remonte à 1850, consiste à étudier l'ordre d'arrivée et le stade de développement des espèces d'insectes retrouvés sur le cadavre. [Méglin, J. P. 1894].

1.2 - HISTORIQUE DE L'ENTOMOLOGIE MEDICO-LEGALE

L'utilisation de l'entomologie à des fins médico-légales n'est pas récente. Au treizième siècle déjà, un manuel chinois de médecine légale cite un cas d'utilisation d'insectes dans une enquête : à la suite d'un meurtre par coups de faucille, les fermiers d'un village furent rassemblés et durent chacun déposer leur faucille à leurs pieds. Les mouches, attirées par le sang, ne se posèrent que sur une seule faucille, désignant ainsi le coupable. Plus classiquement, on attribue la première utilisation de cette méthode au docteur Bergeret, en 1850, à Arbois. [Anonyme F, M. Lee Goff à Hawaï 2001].

Celui-ci étudia les insectes présents sur le corps d'un nouveau-né découvert derrière une cheminée. Il y trouva deux groupes d'insectes nécrophages : des chenilles de mites et des larves de mouches du genre *Sarcophaga* (Diptera).

Il estima que les pontes des mites avaient eu lieu en 1849 et celles des mouches en 1848. On a donc suspecté les habitants qui se trouvaient dans cette maison en 1848. En 1894, Méglin, entomologiste au Muséum national d'histoire naturelle de Paris, écrit un ouvrage traitant de cette application dans les expertises médico-légales. Cet ouvrage a servi de base à toutes les études ultérieures dans ce domaine et reste encore aujourd'hui une référence. Il faudra attendre 1949, mais surtout les années 1970 pour voir apparaître des travaux réalisés par quelques spécialistes en Europe (Marcel Leclercq en Belgique; Pekka Nuorteva en Finlande, Kenneth G.V. Smith en Grande Bretagne) et aux Etats-Unis ., M. Lee Goff à Hawaï 2001). [Anonyme F]

1.3 - L'INTERVALLE POST MORTEM (IPM)

La détermination de la période d'activité des insectes sur le corps correspond à l'intervalle ou délai post mortem. L'estimation du délai post mortem est basée sur la détermination de la période de ponte des premières espèces de Diptères nécrophages venues coloniser un corps et peut s'appuyer sur l'étude des successions de différentes communautés d'Arthropodes au cours de la décomposition. Souvent associées en conditions normales, il est cependant important de rappeler que ces deux notions demeurent toutefois distinctes.

En effet, cette période d'activité des insectes peut être bien inférieure à l'intervalle post mortem. En effet un délai d'accessibilité du corps à ces organismes peut être observé en raison de mauvaises conditions climatiques, ou d'une action humaine. En règle générale, on considère qu'il y a concomitance entre les pontes et le décès.

1.3.1 - DATATION A COURT TERME

Elle est fondée sur la connaissance précise des cycles de développement des insectes nécrophages et des variations engendrées par les diverses conditions écologiques, et en particulier la température et l'hygrométrie. Dans des conditions équivalentes, chaque espèce d'insecte présente des durées particulières pour chacun des stades de développement. Classiquement, le développement d'un insecte nécrophage est de type holométabole, c'est à dire qu'il est divisé en quatre phases distinctes : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte ou imago. La figure 1 illustre le cycle de développement des Diptères Calliphoridae (Mouches bleues de la viande).



Figure 1 : Cycle d'un diptère (www.aramel.free.fr)

1.3.2 - PONTE : PERIODE EMBRYONNAIRE

Chez les Calliphoridae nécrophages, les femelles déposent leurs œufs en priorité sur les blessures ou, si celles-ci sont absentes, dans les orifices naturels. Les œufs, en forme de banane, de couleur blanc-jaunâtre, mesurant de 1 à 2 mm de long, sont déposés par paquets d'une dizaine à plusieurs centaines. La femelle pond parfois profondément dans le substrat grâce à son oviscapte [Anonyme G].

1.3.3 - CROISSANCE LARVAIRE

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

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

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

1.3.4 - PHASE PUPALE

Après avoir cessé de s'alimenter, les larves, alors appelées prépupe, quittent le corps et recherchent un site favorable à la pupaison. Elles s'enterrent la plupart du temps à quelques mètres du cadavre mais peuvent dans certains cas (carrelage d'une habitation) parcourir jusqu'à 30 mètres. Chez beaucoup d'espèces, la pupaison a lieu à 2 ou 3 cm de profondeur. A ce moment, la cuticule de la larve se contracte puis se sclérifie en brunissant pour former la pupa (enveloppe rigide protégeant la nymphe).

La vitesse de la métamorphose est proportionnelle à la température [Charabidze, 2008].

1.3.5 - EMERGENCE DES ADULTES (PERIODE IMAGINALE)

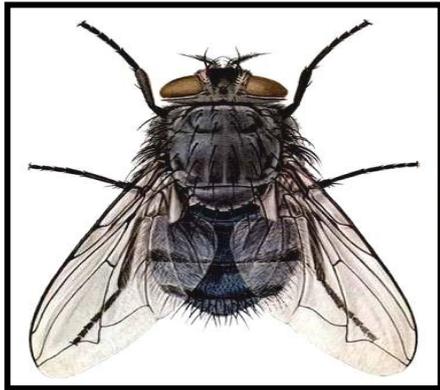
Le début de cette période est marqué par l'ouverture du puparium. Le jeune imago provoque cette ouverture par des gonflements répétés de son sac frontal ou ptilinum. Il est alors capable de mouvements de reptation rappelant ceux de la larve, lui permettant de traverser le substrat sous lequel il émerge. Juste après l'émergence, les téguments sont mous et peu pigmentés. Rapidement, le corps augmente de volume par remplissage des sacs trachéens et les ailes s'étalent. Les téguments durcissent et prennent leur teinte définitive. La mouche présente alors déjà sa forme caractéristique bien que certains organes doivent encore achever leur maturation. Dans les conditions optimales (température, alimentation protéique suffisante), les femelles sont capables de pondre une semaine après leur émergence.

1.4 - DATATION A LONG TERME

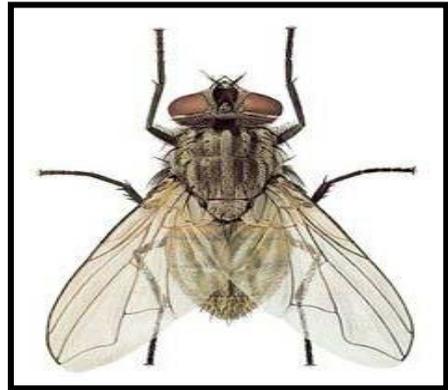
Ils s'agit de reconstituer l'histoire de la colonisation du corps par les insectes, différentes tentatives de schématisation existent ; elles consistent à diviser la communauté d'insectes nécrophiles en vagues ou escouades se succédant dans des conditions normales sur le cadavre. Ainsi, Mégnin, en 1894, a réparti les arthropodes rencontrés sur les cadavres humains en huit escouades colonisant le corps au fur et à mesure de sa décomposition. Il existe cependant des chevauchements d'escouades, leur activité étant dépendante des modifications du substrat, des conditions météorologiques, de la taille et de la situation du corps. De même, certaines escouades peuvent manquer, ce qui apporte d'autres informations aux enquêteurs.

1.5 - NOTION D'ESCOUADES D'INSECTES NECROPHAGES EN EUROPE

1ère escouade : Les premiers insectes sont les *Calliphoridae* ou mouche à viande et les *Muscidae* ou mouches domestiques communes. Ces insectes arrivent directement après la mort, avant qu'il y ait d'odeur de décomposition. Ils arrivent parfois même juste avant la mort, à l'agonie. D'un bleu sombre brillant, leurs larves aspirent les liquides produits par la transformation des tissus organiques [anonyme G].



Calliphoridae



Muscidae

2ème escouade : Les mouches *Sarcophagidae*, striées de noir et de blanc, attirées par l'odeur de la mort, arrivent dès que le corps dégage les odeurs cadavériques, aux alentours de trois mois après la mort. Elles pondent des larves qui réduisent les tissus en bouillie.



Sarcophagidae

3ème escouade : Les coléoptères *Dermestidae* surviennent lors du rancissement des graisses car il y a libération des acides gras volatiles, qui attirent les insectes de cette catégorie.



Dermestidae

4ème escouade : Les mouches *Piophilidae* ou mouches du fromage, d'un noir luisant, apparaissent lors de la fermentation de la caséine entre quatre et huit mois.



Piophilidae

5ème escouade : Un dégagement d'ammoniac donne ensuite le signal de la cinquième vague : les coléoptères, dont *Histeridae*.



Histeridae

6ème escouade : Une fois les fermentations arrêtées, surviennent les acariens, arachnides microscopiques qui nettoient les dernières humeurs du cadavre, entre six et douze mois après le décès.



Acarien

7ème escouade : Les coléoptères et les lépidoptères de la septième vague interviennent lorsque le cadavre est complètement desséché, entre un et trois ans. Les coléoptères raclent les ligaments et les tendons du cadavre.



Coléoptère

8ème escouade : Les coléoptères *Tenebrionidae*, un scarabée, et *Ptinidae* interviennent trois ans après la mort et éliminent tous les restes des escouades précédentes (pupes, excréments, insectes morts).



Ptinidae

1.6 - ECOSYSTEME AUTOUR D'UN ORGANISME MORT- LA VIE AUTOUR D'UN CADAVRE

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

Le cadavre constitue pour ces différentes espèces un substrat nourricier, un site de pontes, un refuge ou encore un territoire idéal.

1.6.1 - LA DECOMPOSITION D'UN ORGANISME DANS UN ECOSYSTEME TERRESTRE

Les sources principales (99%) de matière organique en voie de décomposition dans un écosystème terrestre proviennent des végétaux et des déchets organiques animaux [Swift *et al.*, 1979].

Les organismes morts ne constituent qu'une infime partie de la nécromasse. Cependant, ces corps en décomposition constituent des micro-habitats et des ressources alimentaires pour de nombreux autres organismes vivants [Carter *et al.*, 2007]. En effet, les bactéries, les champignons, les insectes, les animaux incluant les oiseaux (carnassiers et/ou charognards), peuvent se côtoyer autour d'un cadavre.

Les plus spécialisés sont les insectes nécrophages, qui associés aux décomposeurs, 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 » (Figure 2) [Leclercq et Verstraeten, 1992].

En effet, ils participent activement au recyclage des matières organiques mortes en intervenant dans les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote [Hastir et Gaspar, 2001].

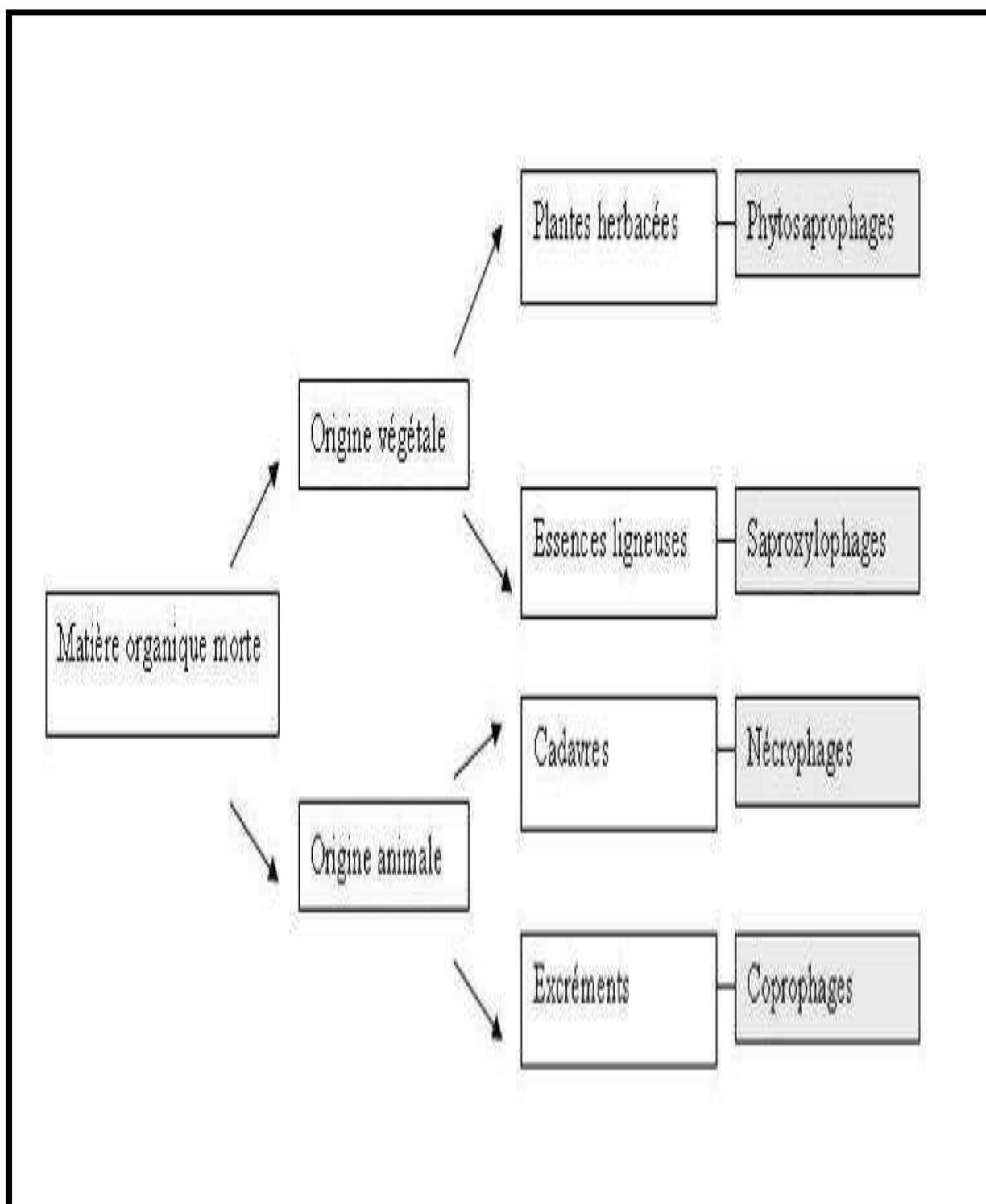
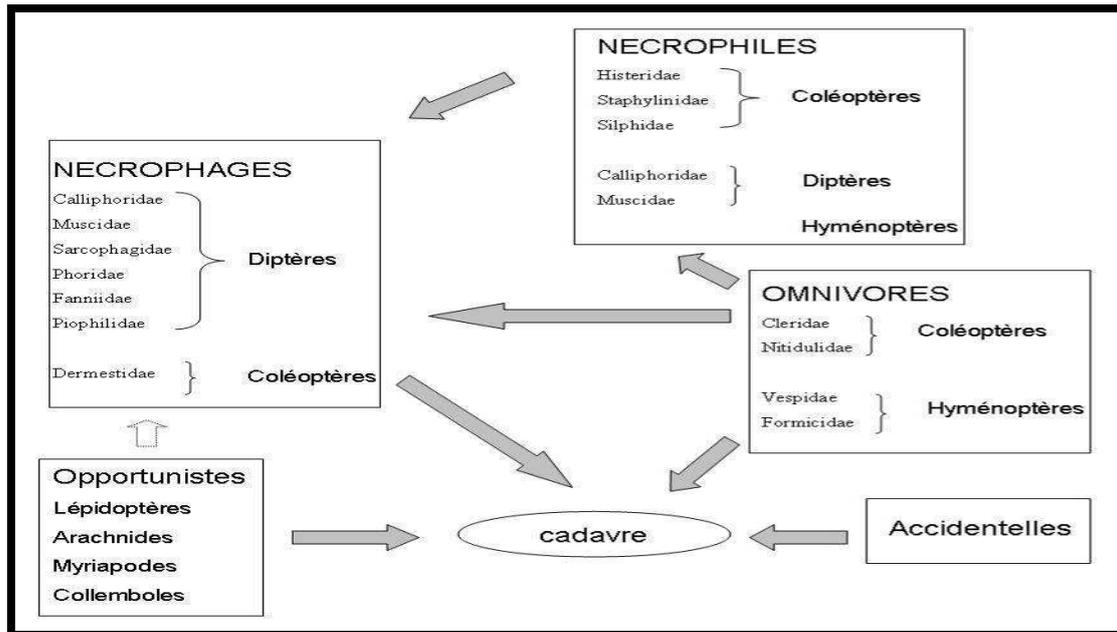


Figure 2 : Evolution de la matière organique morte d'origine végétale et animale dans les écosystèmes terrestres (d'après Gobat *et al.*, 1998)

1.6.2 - LES DIFFERENTS GROUPES ECOLOGIQUES QUE L'ON RENCONTRE AUTOUR D'UN CADAVRE

On distingue quatre groupes d'arthropodes, en fonction de leur régime alimentaire, sur un organisme en décomposition. On y rencontre des espèces nécrophages, nécrophiles, omnivores et des opportunistes. Une cinquième catégorie est parfois citée, il s'agit des espèces dites accidentelles (Figure 3).



1. **Figure 3.** Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre Anonyme B [Arnaldos *et Luma A.*, 2005].

1.6.3 -LES ESPECES NECROPHAGES

Les nécrophages sont directement attirés par le cadavre, ils se nourrissent aux dépens de l'organisme en décomposition et plus spécifiquement des liquides. On rencontre principalement des insectes appartenant aux ordres des Diptères et des Coléoptères [Leclercq, 1978 ; Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006].

1.6.4 - LES ESPECES NECROPHILES

Les espèces nécrophiles sont prédatrices ou parasites des larves et des pupes des nécrophages [Leclercq, 1978 ; Leclercq et Verstraeten, 1992]. On rencontre régulièrement des Coléoptères (*Silphidae*, *Histeridae*, *Staphylinidae*), des Diptères (*Calliphoridae* et *Stratiomyidae*) ainsi que des Hyménoptères [Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006].

Les larves de certains Diptères peuvent devenir prédatrices à partir d'un certain stade de développement. C'est le cas, par exemple, des larves de stade III appartenant au genre *Muscina* [Gaudry, 2002] et de certaines *Chrysomya*.

1.6.5 -LES ESPECES OMNIVORES

Les principales espèces omnivores sont généralement des Hyménoptères (fourmis et guêpes) ainsi que des Coléoptères. Ces espèces se nourrissent aussi bien des insectes nécrophages et nécrophiles présents sur le cadavre que du corps en décomposition [Leclercq et Vestraeten, 1992 ; Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006].

Ces espèces omnivores arrivent pratiquement en même temps que les nécrophiles.

1.6.6 - LES ESPECES OPPORTUNISTES

Les espèces opportunistes perçoivent la présence du cadavre comme une extension de leur habitat [Wyss et Cherix, 2006]. Ils utilisent le cadavre comme une annexe de leur biotope afin de s'abriter, se réchauffer, hiberner et parfois même pour se nourrir [Leclercq et Vestraeten, 1992]. Ils sont originaires de la végétation environnante ou de la pédofaune et peuvent exceptionnellement être prédateur des espèces nécrophages [Campobasso *et al.*, 2001].

On y dénombre des collemboles, des araignées, des mille-pattes, des Lépidoptères mais aussi des acariens qui se nourrissent des moisissures et champignons qui peuvent se développer sur le corps en décomposition [Campobasso *et al.*, 2001 ; Wyss et Cherix, 2006].

1.6.7 - LES ESPECES ACCIDENTELLES

La présence de certaines espèces sur le cadavre est parfois due au hasard Anonyme B [Arnaldos *et Luma A.*, 2005].

Les insectes représentent la majorité des espèces nécrophages, deux ordres sont majoritairement attirés par les cadavres : les Diptères et les Coléoptères. Seuls les trois premiers groupes écologiques sont utiles en entomologie forensique, les deux derniers groupes étant présents de manière fortuite.

1.6.8 - LE CADAVRE EN TANT QU'ECOSYSTEME

L'approche écosystémique du cadavre et de son peuplement entomologique, bien qu'abordée dans quelques études populationnelles ou pour expliquer la variabilité de certaines observations, reste extrêmement minoritaire et peu développée.

La figure 4 présente une synthèse des principaux éléments et interactions constituant l'écosystème « cadavre » que nous avons défini.

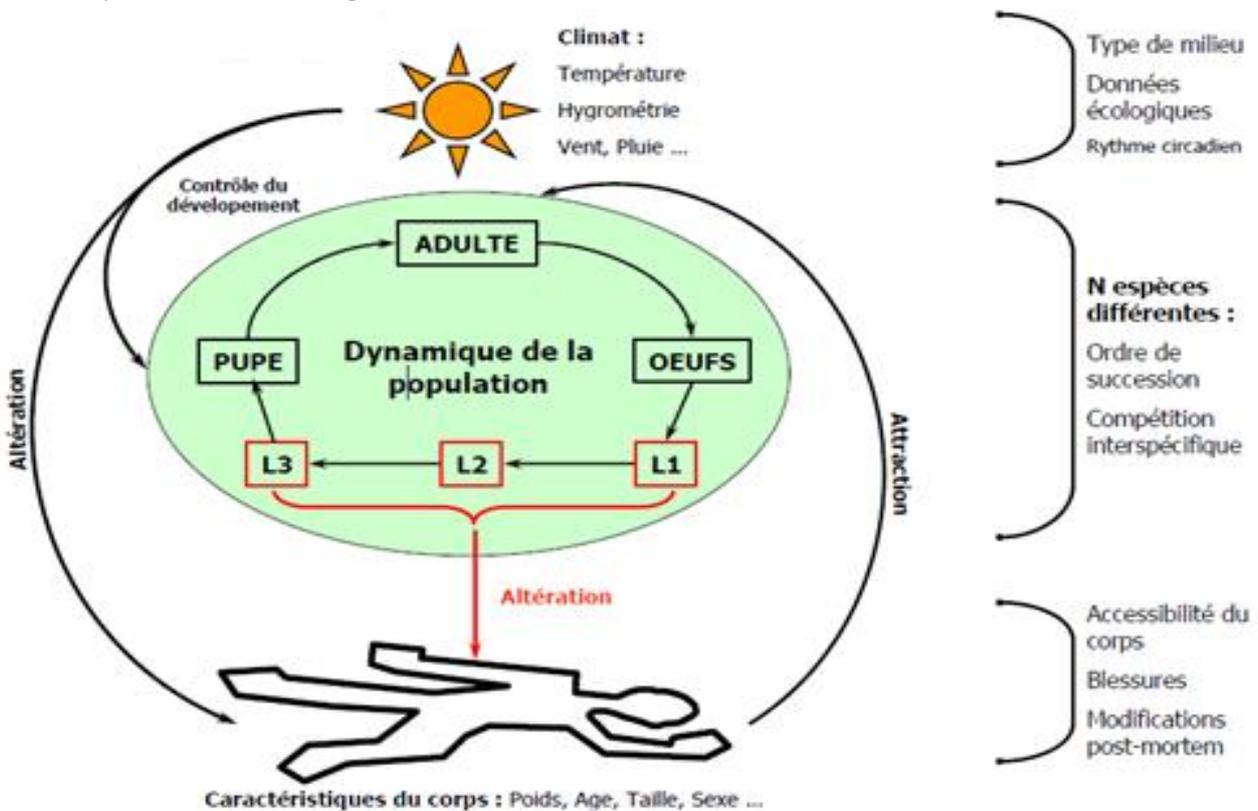


Figure 4 : Schéma des différents constituants de l'écosystème « cadavre ». [d'après damien charabidz ,2008].

De haut en bas : le climat, l'entomofaune et le cadavre. Les éléments indiqués à droite représentent quelques-uns des principaux facteurs susceptibles de modifier à chaque niveau la dynamique globale du système.

À l'origine de ce biotope se trouve un cadavre, qui constitue non seulement une ressource alimentaire responsable de la formation locale de cet écosystème, mais également un milieu de vie et de développement des populations de larves et de certains insectes adultes. Il s'agit de plus d'une zone attractive pour les populations de femelles gravides, qui y sont attirées sur de grandes distances afin d'y déposer leurs œufs.

Le déclenchement des pontes est dépendant de l'état du corps, qui sera plus ou moins attractif pour les insectes nécrophages selon son niveau de décomposition, mais également des populations et pontes préexistantes sur le cadavre. Le climat joue un rôle fondamental sur la dynamique de ce système, notamment via la température. Celle-ci contrôle la vitesse et le processus de décomposition du cadavre, mais également l'activité des populations d'insectes.

Elle intervient aussi à un niveau local, la température ressentie par les larves présentes sur le corps étant le principal facteur de variation de leur vitesse de développement.

Enfin, le dernier élément de cet écosystème est représenté par les populations d'insectes nécrophages présents sur le corps. Nous nous sommes ici principalement intéressés aux larves de diptères, mais de très nombreuses autres espèces interviennent, dont certaines sont prédatrices. Au sein même des masses de larves, la compétition semble jouer un rôle déterminant dans la régulation inter et intraspécifique des populations. Le comportement propre des individus, notamment via l'agrégation, influe quant à lui à la fois sur des paramètres locaux tels que la température ou la compétition, et sur la dynamique globale du système en accélérant la décomposition du corps.

L'ensemble de ces éléments constitue un écosystème éphémère et instable, voué à disparaître. Les changements y sont donc extrêmement rapides, la compétition accrue et la variabilité d'un cas à l'autre particulièrement forte. [damien charabide ,2008].

1.7 - LES INSECTES NECROPHAGES

1.7.1 - GENERALITES

L'ordre des Diptères compte à ce jour environ 150 000 espèces réparties à travers le monde. C'est le quatrième ordre après celui des Coléoptères, des Hyménoptères et des Lépidoptères.

Les Diptères nécrophages appartiennent au sous-ordre des Brachycères (antennes courtes avec moins de 6 segments) et au groupe des Cyclorhaphes. Parmi les Diptères, seules les mouches ont aujourd'hui un intérêt en entomologie criminelle, les autres espèces n'étant présentes que fortuitement.

Les mouches nécrophages sont recensées dans plusieurs familles (26 familles sont fréquemment citées dans la littérature) mais seules six familles sont couramment rencontrées sur les cadavres humains et y effectuent leur cycle de développement. Il s'agit des Calliphoridae, des Sarcophagidae, des Fanniidae, des Muscidae, des Piophilidae et des Phoridae [Byrd et Castner, 2001, Wyss et Cherix, 2006].

1.7.2 - DIPTERES

1.7.2.1 - CYCLES DE DEVELOPPEMENT

Le cycle de développement correspond à la succession des stades larvaires, puis à la métamorphose préalable à l'apparition de l'adulte. Il existe deux types de cycles de développement chez les insectes :

1. Les insectes inférieurs présentent une métamorphose incomplète (hémimétaboles, exoptérygotes) : à l'éclosion, la larve est déjà la réplique de l'adulte en miniature et a souvent le même mode de vie. Elle va subir un certain nombre de mues, au cours desquelles sa taille augmente ainsi que la longueur des ailes. A l'issue de la dernière mue (mue imaginale), l'insecte devient adulte en faisant l'acquisition d'ailes fonctionnelles et de capacité de reproduction. Dans ce type de développement larves et adultes occupent la même niche écologique.
2. Les insectes à métamorphose complète (holométaboles, endoptérygotes) : à l'éclosion les larves sont très différentes de l'insecte adulte et ont un autre mode de vie. On parlera de larve apode (type asticot), de larve éruciforme (type chenille), de larve campodéiforme (type ver de farine = larve de ténébrion), ou encore de larve mélolonthoïde (ver blanc = larve de hanneton). Ces larves peuvent être phytophages ou carnassières. Après un certain nombre de mues, la larve va s'immobiliser et se transformer en nymphe,

stade pendant lequel a lieu la métamorphose. Cette nymphe peut être protégée dans un cocon ou enterrée, ou encore à l'intérieur de la dernière mue larvaire sclérifiée (pupe des Diptères supérieurs).

À l'issue de la nymphose, l'adulte présente une anatomie, un mode de vie et une alimentation radicalement différents de ceux de la larve.

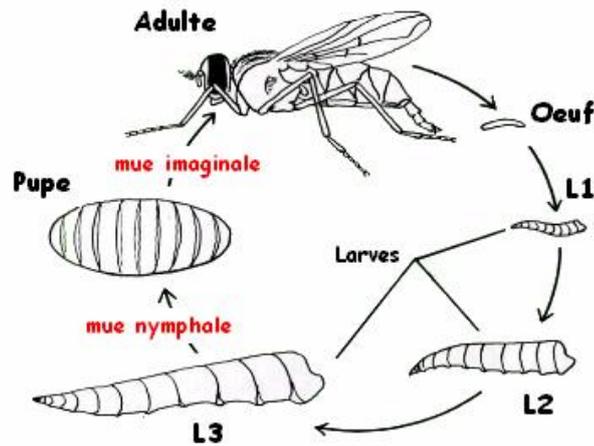


Figure 5: Métamorphose complète (holométabole) [d'après damien charabidz ,2008].

- SYSTEMATIQUE

La classe des insectes est divisée en une trentaine d'ordres. Quatre ordres (Thysanoures, Diploures, Protoures, Collembolés) constituent la sous-classe des Aptérygotes, insectes de petite taille, présentant des caractères primitifs et n'ayant jamais possédé d'ailes au cours de leur évolution. Les autres ordres, donc la grande majorité des insectes, constituent la sous-classe des Ptérygotes, que l'on divise en deux groupes : les insectes à métamorphose incomplète (hémimétaboles ou exoptérygotes) et les insectes à métamorphose complète (holométaboles ou endoptérygotes). [Charabidz,2008].

Le tableau suivant présente une liste des ordres constituant la classe des insectes avec quelques exemples caractéristiques :

Tableau N° 01 : liste des ordres constituant la classe des insectes avec quelques exemples caractéristiques [d'après damien charabidz ,2008].

		ORDRE	EXEMPLE
APTÉRYGOTES		Thysanura	<i>Thysanoures (poissons d'argent et alliés)</i>
		Diplura	<i>Diploures</i>
		Protura	<i>Protoures</i>
		Collembola	<i>Collemboles</i>
PTERYGOTES	Exoptérygotes	Ephemeroptera	<i>Ephémères</i>
		Odonata	<i>Libellules</i>
		Plecoptera	<i>Plécoptères (perles)</i>
		Orthoptera	<i>Sauterelles, grillons...</i>
		Phasmoptera	<i>Phasmes</i>
		Dermaptera	<i>Perce-oreilles (ou forficules)</i>
		Embioptera	<i>Embioptères</i>
		Blattoptera	<i>Blattes</i>
		Mantoptera	<i>Mantes</i>
		Isoptera	<i>Termites</i>
		Psocoptera	<i>Psoques (poux des livres)</i>
		Mallophaga	<i>Poux des oiseaux</i>
		Anoplura	<i>Poux (tous aptères)</i>
	Endoptérygotes	Heteroptera	<i>Punaises</i>
		Homoptera	<i>Cigales, pucerons, cochenilles</i>
		Thysanoptera	<i>Thrips</i>
		Neuroptera	<i>Névroptères (chrysopes)</i>
		Mecoptera	<i>Panorpes (mouches scorpions)</i>
		Lepidoptera	<i>Papillons</i>
		Trichoptera	<i>Phryganes</i>
		Diptera	<i>Mouches, moustiques...</i>
		Siphonaptera	<i>Puces (tous aptères)</i>
		Hymenoptera	<i>Abeilles, guêpes, fourmis...</i>
Strepsiptera	<i>Strepsiptères</i>		
Coleoptera	<i>Hanneton, coccinelles ...</i>		

La grande majorité des insectes nécrophages appartient aux ordres des Diptères, des Coléoptères et des Lépidoptères.

1.7.2.3 - LA MOUCHE : *Lucilia Sericata*

1) Taxonomie (Zhang et Shear, 2007 ; Ramel, 2008)

Embranchement : Arthropodes

Classe : Insectes

Ordre : Diptères

Sous-ordre : Brachycères Cyclorraphes

Famille : Calliphoridae

Genre : *Lucilia .sp*

Les mouches sont des insectes de l'ordre des diptères (deux ailes). Les Diptères se caractérisent par une paire d'aile fonctionnelle et une paire de balanciers ou « *haltères* » située sur le segment thoracique suivant. Ces balanciers assurent la stabilité de l'insecte durant le vol.

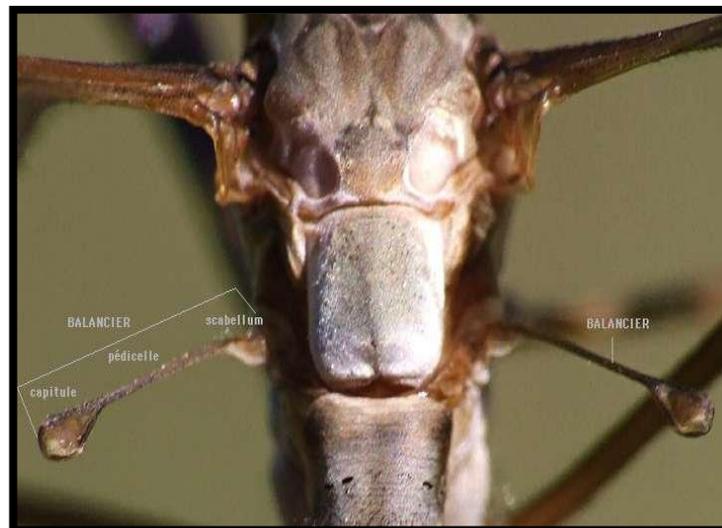


Figure 6 : "Balanciers" ou "Haltères" de *Tipula*
(photo P.Falatico)

Les Diptères disposent d'un appareil buccal de type suceur-lécheur (avec une trompe) ou suceur-piqueur, et d'un tarse à 5 articles. Ils sont dits « holométaboliens », c'est-à-dire que le passage de l'état larvaire à l'état adulte se fait par l'intermédiaire d'un état nymphal. Les larves sont apodes et ont en général une morphologie et un mode de vie très différents de l'adulte.

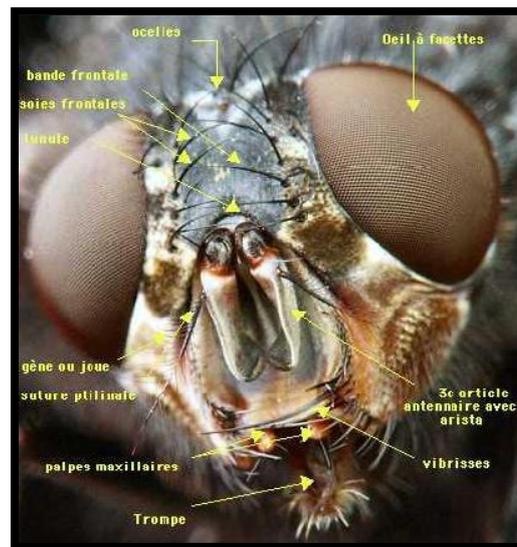


Figure 7 :Face d'un Brachycère Cyclorraphes (photo J.P Marino)

La famille des Calliphoridae se distingue par une rangée de soies hypopleurales ainsi que des yeux écartés chez la femelle et rapprochés chez le mâle. Les adultes sont floricoles et les larves ont un régime pouvant varier selon les genres : saprophage (se nourrit de débris végétaux ou animaux), créophage (ou carnivore), sarcophages (se nourrit des chairs d'un hôte mort), ou parasite.

La famille des Calliphoridae, ainsi que celle des Oestridae et des Sarcophagidae font partie des familles susceptibles de provoquer des myiases, terme qui sera défini par la suite. Les 150 espèces de la famille des Oestridae provoquent toutes des myiases tandis que seules 80 espèces des quelques 3000 que comptent les familles des Sarcophagidae et des Calliphoridae le font. Plusieurs espèces de Calliphoridae ont été essayées à l'asticothérapie, mais la plus communément utilisée aujourd'hui est *Lucilia sericata*, appelée également « *lucilie soyeuse* », « *mouche verte de la viande* » ou « *green bottle blowfly* » chez les anglo-saxons.

Il est à noter que certains auteurs la placent dans le genre *Phaenicia*. C'est une mouche très commune dans les zones tempérées de l'hémisphère nord et on la retrouve également dans l'hémisphère sud où se trouve l'homme. L'adulte mesure 6 à 11 mm, son corps trapu et sa coloration métallique vert à bleu-vert la rendent facilement reconnaissable.

La femelle pond sur une charogne, une plaie d'un être vivant, un morceau de viande et parfois aussi sur les matières fécales. L'alimentation de l'adulte est très variées (nectar, fèces, cadavres,...) et les larves se nourrissent de débris tissulaires obtenus grâce à des sécrétions

protéolytiques, de cellules épidermiques et de lymphes extravasées, de tissus plus ou moins nécrosés, de germes présents sur les plaies ou encore de larves de stades inférieurs.

1.7.3 - RELATION ENTRE LA VITESSE DE DEVELOPPEMENT ET LA TEMPERATURE

De très nombreuses études ont été réalisées afin de connaître, en conditions contrôlées et pour chaque espèce, la durée du développement en fonction de la température extérieure. Ces données peuvent être représentées graphiquement comme une courbe où la durée du développement est une fonction décroissante de la température (Fig. 8). On observe ainsi que plus il fait chaud, plus le développement est rapide, et inversement. Ce phénomène n'est cependant vérifié que dans une certaine plage de valeurs : en dessous d'une température minimum, les insectes ne se développent plus et n'ont aucune activité. De même, lorsque les températures deviennent trop élevées, c'est-à-dire que l'optimum thermique est dépassé, la vitesse de développement baisse et s'accompagne d'une augmentation importante de la mortalité, pouvant être totale pour des températures supérieures à 45°C (Higley 1986, Dent 1997).

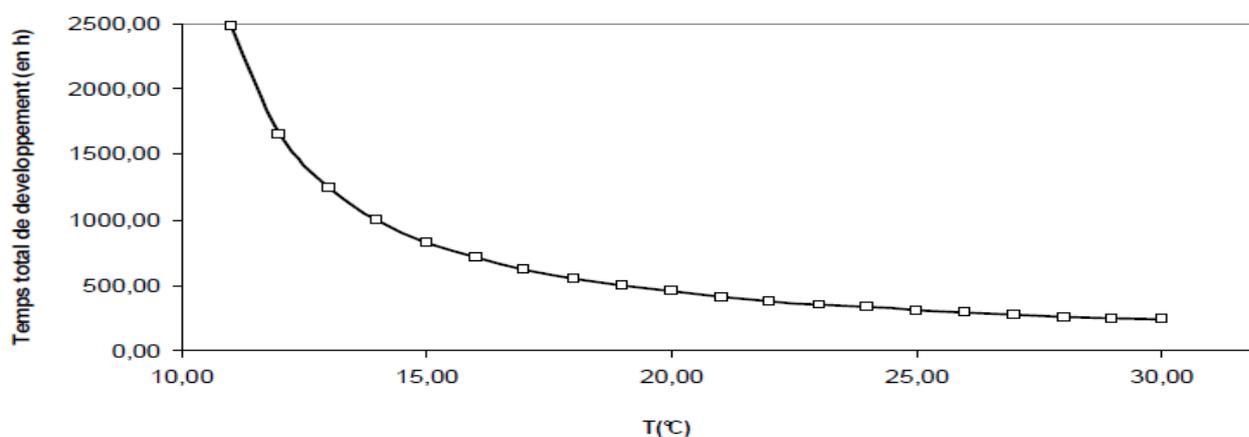


Figure 8 : Temps total de développement de *Lucilia sericata* (de l'œuf à l'imago) en fonction de la température (d'après Marchenko, 1986, Charabidz, 2008)

1.7.4 - L'INFLUENCE DU FROID SUR LES INSECTES NECROPHAGES

Lors de la découverte d'un cadavre, l'enquête doit établir l'identité de la victime, préciser les causes de la mort et permettre l'estimation du moment du décès. Un cadavre très décomposé est difficilement identifiable. L'enquête devient alors complexe et l'utilisation de certaines espèces d'insectes nécrophages est une aide précieuse pour identifier le jour du décès. Ce travail est la principale mission du Département Entomologie de l'Institut de recherche criminelle de la Gendarmerie nationale à Rosny-sous-Bois. Depuis sa création en 1992, ce laboratoire a traité plus de 400 affaires à la demande de magistrats ou d'enquêteurs. Ces techniques ont permis de préciser, dans bien des cas, la date de la mort.

Suite à la découverte d'un cadavre, des techniciens en identification criminelle ont effectué des prélèvements entomologiques sur place et lors de l'autopsie, les échantillons entomologiques ont été analysés dans le département entomologie de Rosny-sous Bois ayant pour vocation l'identification des espèces et l'étude du développement, afin d'estimer le temps écoulé entre la mort de la personne et la découverte de son cadavre. Parmi les facteurs pouvant influencer sur le développement des larves et, par conséquent, sur le verdict de l'entomologue, le froid est l'un des plus importants. Une autopsie différée, ou des retards dans l'envoi des échantillons en laboratoire, peuvent amener les larves à séjourner dans une atmosphère réfrigérée.

Or la conservation à basses températures ralentit l'activité métabolique. C'est pourquoi les techniciens du laboratoire d'entomologie ont étudié l'influence du froid sur le développement post-embryonnaire d'une espèce d'insectes nécrophages, la mouche *Protophormia terraenovae*.

La Protophormia terraenovae intervient peu de temps après la mort. Elle constitue souvent un indice fiable permettant de mesurer le temps écoulé depuis le décès. Cette mouche pond des œufs dont les cinq phases de développement sont bien répertoriées : phase embryonnaire, phase larvaire composée de trois stades (L1, L2 et L3), phase de migration (la larve, alors nommée prépupe, migre du cadavre vers le sol) et phase de métamorphose (la larve, devenue puppe, se transforme en adulte, avec perte des organes larvaires et acquisition de nouveaux organes, telles les ailes). La succession de ces stades est très sensible au froid. On constate que le froid a un effet anesthésique sur l'insecte.

Cet état de torpeur, observé chez les larves immatures maintenues à des températures inférieures à 8 °C, les maintient en vie ralentie dans l'attente de conditions de développement plus favorables. [Mark Benecke, 2002].

Une équipe composée de Michel Veuille du Laboratoire d'écologie, de l'Université Pierre et Marie Curie, et Claudie Doums, de l'École pratique des hautes études et en collaboration avec les techniciens du Département Entomologie de l'Institut de recherche criminelle de la Gendarmerie nationale à Rosny-sous-Bois , ont simulé la réfrigération en plaçant à 4 °C des stades immatures pendant des périodes variant de un à dix jours. Ce délai correspond aux temps de conservation des échantillons couramment observés. Le stress dû au froid provoque des perturbations du développement pouvant entraîner des erreurs d'estimation du délai postmortem.

Un retard de croissance des larves placées à basse température, a été observé, en les comparant à d'autres larves croissant à température ambiante. Simultanément, il a été noté la perte de poids de ces larves et l'on étudie la mortalité des cinq stades immatures en fonction de la température (stades prépupe, L1, L2, L3 et pupes). La combinaison de ces trois facteurs (modification du cycle, perte de poids et mortalité) fournit une excellente estimation du temps passé à basse température.

Les expériences de cette équipe a montré qu'une larve de mouche *Protophormia terraenovae*, dans son stade larvaire L2, subit une augmentation de cycle de 15 heures quand elle est réfrigérée à 4° C. Au stade larvaire L1 ou chez une prépupe, c'est l'inverse qui se produit : le cycle est raccourci de 56 heures pour L1 et de 18 heures pour la prépupe. La perte de poids touche en premier lieu les insectes en cours de métamorphose, moment durant lequel les tissus se transforment. Les effets de la réfrigération sont plus importants lorsque le froid intervient avant, ou même pendant cette phase de transformation. Enfin, après dix jours de froid, la mortalité augmente de vingt cinq pour cent (25%) chez les larves L2 réfrigérées et de trente pour cent (30%) chez les prépupe ; la mortalité augmente de cinquante pour cent (50%) chez la pupes (le stade le plus sensible), dès qu'elles sont exposées au froid durant plus de trois jours.

L'étude met en évidence que le froid agit sur le temps de développement. Exposés au froid, les insectes réagiraient de trois façons différentes :

- ✓ les L1 et les prépupe ne subiraient pas de phase de quiescence ;
- ✓ le stade L3 subirait l'effet anesthésique du froid, retrouvant un développement normal dès le retour à température ambiante ;

- ✓ pour les stades L2 et les pupes, on constate que le froid a un effet anesthésique et qu'il est suivi d'une reprise très lente du développement ainsi que d'une forte mortalité. [Mark Benecke, 2002].

Aujourd'hui, grâce aux études menées au laboratoire de Rosny-sous-Bois, il est possible de connaître avec précision l'état des larves prélevées sur un cadavre. Pour estimer précisément un délai *post mortem*, il faut également savoir quelles ont été les conditions de conservation des prélèvements.

Cette étude confirme l'intérêt d'un acheminement rapide des échantillons vers le laboratoire d'analyse et l'importance de limiter les temps de conservation des échantillons prélevés sur la scène d'un crime.

Chap. II - Matériel et Méthodes

Chapitre 2 : MATERIELS ET METHODES

2.1 MISE EN PLACE D'UN CADAVRE DE CHIEN

Un chien de 10 kg environ est tué par euthanasie par un vétérinaire le dimanche 02 mai 2010 à 10 h 30 et récupéré le même jour puis déposé dans la morgue du laboratoire de police scientifique à Constantine, la mise en place du substrat dans une cage en Fer conçue par nos soins a été effectuée le 09 mai 2010, c'est-à-dire 7 jours après la mort, situé à proximité du laboratoire de police scientifique dans un espace ouvert .



2.2 MATERIEL POUR PRELEVEMENTS ENTOMOLOGIQUES

Lorsque nous intervenons dans une enquête entomologique, nous avons toujours un sac contenant le matériel de base :

- Pilulier en plastique, dont certains seront à moitié remplis d'alcool à 70° ainsi que de la glycérine, tous étiquetés pour conserver les larves ;
- des Pincettes fines ;
- une boîte de pétri ;
- une boîte en plastique servant à conserver les larves à l'intérieur ;
- une paire de gants chirurgicaux ;
- un masque médical ;
- un filet à papillon.

Une station météorologique de type IHM installée à proximité du laboratoire de bio systématique et écologie des arthropodes situé à chaabat Ersas / université de Mentouri ;



Etuve où on a mis les larves pour le développement programmé à 25 °c ;



Loupe binoculaire pour pouvoir identifier les larves et les adultes diptères qui sont identifiables selon les critères portant essentiellement sur la nervation alaire, la forme, la couleur des stigmates respiratoires chez l'adulte aussi la couleur des soies situées au niveau de la tête;



De la viande fraîche sert pour la nourriture des larves ;



L'eau sucrée aussi sert comme nourriture des adultes l'ors de l'émergence ;



2.3 – MISE EN ELEVAGE

Au laboratoire, les larves de Diptères extraites vivantes sont placées sur un substrat nutritif (muscle de bœuf) .Ces élevages sont ainsi maintenus jusqu'à l'émergence des adultes 38 larves de stade L3 dans l'étuve à 25 °c et l'autre partie 38 larves de stade L3 à température ambiante. Les échantillons morts sont placés dans une solution conservatrice dans l'alcool à 70°.

Chap. III RESULTAS

Chapitre 3 : RESULTAS

3.1 - COLONISATION DU CADAVRE PAR LES INSECTES

Une première *Lucilia sp* apparaît sur le substrat deux heures après sa pose le temps de la décongélation ;



L'activité des Diptères fluctue de faible à moyenne quantité surtout au niveau du museau ;



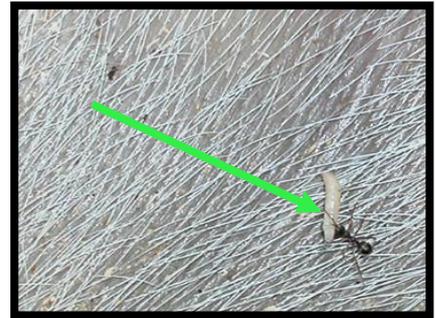
Moins de trois heures après, nous constatons des œufs de Diptères dans la bouche de l'animal ;



Présence de fourmis au niveau de la bouche se nourrissent de la salive riche en glucose ;



Fourmi prédatrice ;



Substrat gonflé par les gaz de putréfaction ;



Présence quelque diptères sur l'abdomen ;



Les œufs apparaissent en grappes à la base de l'abdomen ;



Travail des larves dans l'abdomen;



Au bout de dix septième jours, les larves apparaissent en grappes à la base de l'abdomen en plein activité ;



Au bout de dix septième jours, les larves apparaissent aussi en plein activité au niveau de l'anus;



Au dix huitième jours les membres commencent à se détacher ;



Au vingtième jours le substrat commence à se vider ;



Tête vide de toutes chairs, les poils commencent à se détacher et présence de coléoptères *Créophilus maxillosus*;



Les restes du substrat après trois mois.



3.2 - DENOMBREMENT DES INSECTES COLONISATEURS

Nous avons dénombré une grande variété d'insectes nécrophages de sept familles de la classe des diptères (Fig. 9) : *Lucilia sericata* (17) ,*Chrysomya albiceps*(56),), *Sarcophaga* sp.(30), *Musca domestica*(23) et *Calliphora vicina* (15, Tabanidae (4), Piophilidae(10) et trois familles de la classe des coléoptères : *Silpha* sp.(15) ,*Dermestes peruvianus* (1) et *Créophilus maxillosus* (25). Nous avons choisi comme insectes nécrophages de la classe des diptères dont nous avons pris quelques larves qui avaient émergé des pontes sur le chien pour les élever en laboratoire à des différentes température afin d'étudier l'influence de la température sur le développement de ces dernières .

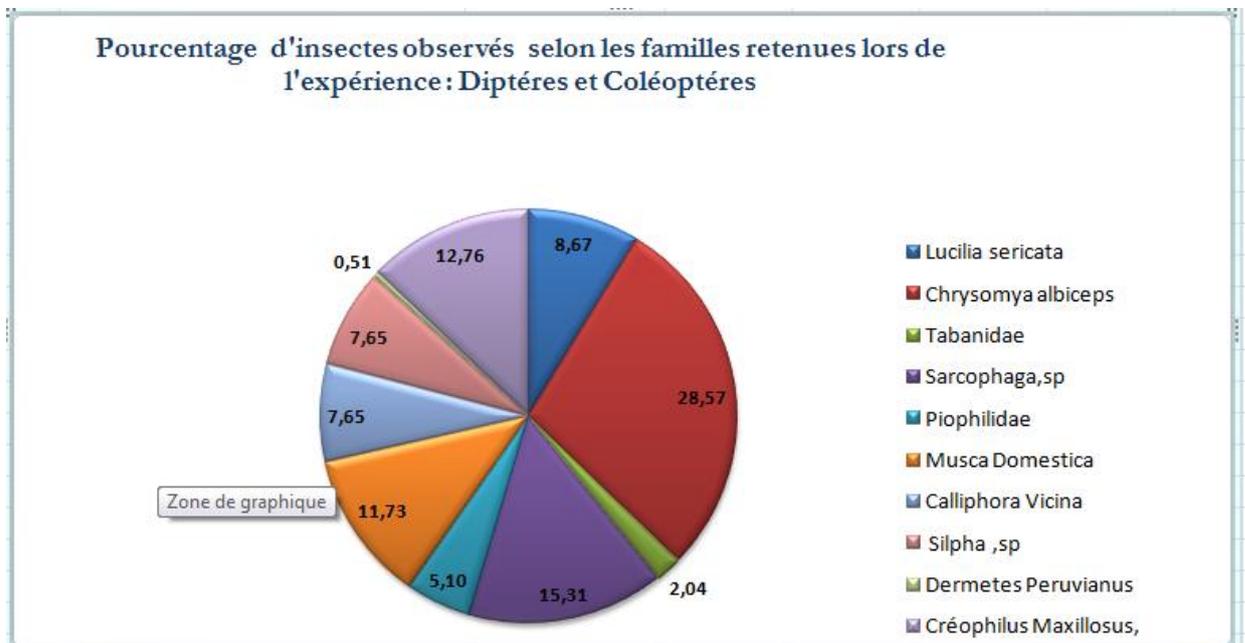


Figure 9 : Familles des Diptères et Coléoptères en pourcentage

3.3. - CONDITIONS CLIMATIQUES D'ELEVAGE DES INSECTES

Lors de l'expérience menée, Nous avons pu observer la colonisation des insectes nécrophages du substrat (cadavre de chien), quelques heures après l'avoir déposé dans une cage au sol. Nous avons donc suivi de très près, tout le processus de décomposition sur une période de trois mois, allant du 09 mai 2010 au 10 août 2010. Ces larves ont été exposées à des températures moyennes 23,14°c comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 : Hygrométrie et température appliquées pendant la durée du développement des larves

Dates	température interne	hygrométrie interne	température externe	hygrométrie externe	température moyenne	hygrométrie moyenne	nombre de larves	observations
26/05/2010	20 ,1	53%	29,2	30%	24,69	41,5%	38 larves stade III	<ul style="list-style-type: none"> • A température ambiante avec hygrométrie.
							38 larves stade III	<ul style="list-style-type: none"> • Température à 25° à l'étuve sans hygrométrie
27/05/2010	19,9	67%	20	61%	19,95	26%		
30/05/2010	18,1	74%	16 ,1	73%	17,1	73,5%		
31/05/2010	20,9	49%	25,7	33%	23,3	41%		
01/06/2010	19,6	59%	23,3	43%	21,45	51%		
02/06/2010	21,9	54%	27,5	35%	24,7	44,5%		
03/06/2010	22,7	49%	28,1	34%	25,4	41,5%	19 larves en première émergence dans une étuve à 25°C	
06/06/2010	22,2	48%	34,9	20%	28,55	34%	Une larve sur 38 apparue en première émergence à température ambiante	

3.4. 3.4 - MISE EN ELEVAGE DES INSECTES

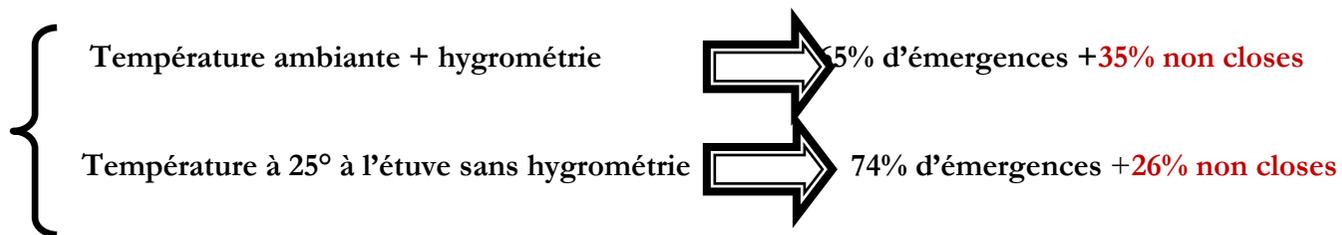
Pour bien mener notre travail, deux expériences ont été menées :

1. la première expérience a consisté à soumettre les larves à température et une hygrométrie ambiante en utilisant la viande fraîche comme source de nutrition.
2. La deuxième expérience est réalisée en introduisant des larves dans une étuve à 25°C avec le même type d'alimentation.

Dans les deux expériences, nous avons pris le même nombre de larves de même espèce *Chrysomya albiceps* soit trente huit (38) larves de stade L3. Le 03 juin 2010, nous avons obtenu dix neuf (19) émergences de mouche dans l'étuve et le 06 juin 2010 nous avons obtenu une seule (01) émergence à température ambiante. Trois (03) jours après, soit le 09 juin 2010 nous avons obtenu vingt huit (28) émergences dans l'étuve et dix pupes (10) n'ont pas éclos. A température ambiante nous avons obtenu vingt cinq (25) émergences et treize pupes (13) n'ont pas éclos.

Des deux expériences décrites ci-dessus, il ressort que dans la première il ya eu 65% d'émergences dans l'étuve et **35% de pupes non écloses, donc mortes**. Par contre dans la deuxième expérience, il ya eu 74% d'émergences dans l'étuve et **26% de pupes non écloses, donc mortes**

On peut illustrer ce résultat comme suit :



Le graphe ci-dessous (Fig.10) illustre bien les résultats obtenus dans les deux expériences, montrant l'influence de la température sur le développement des insectes nécrophages.

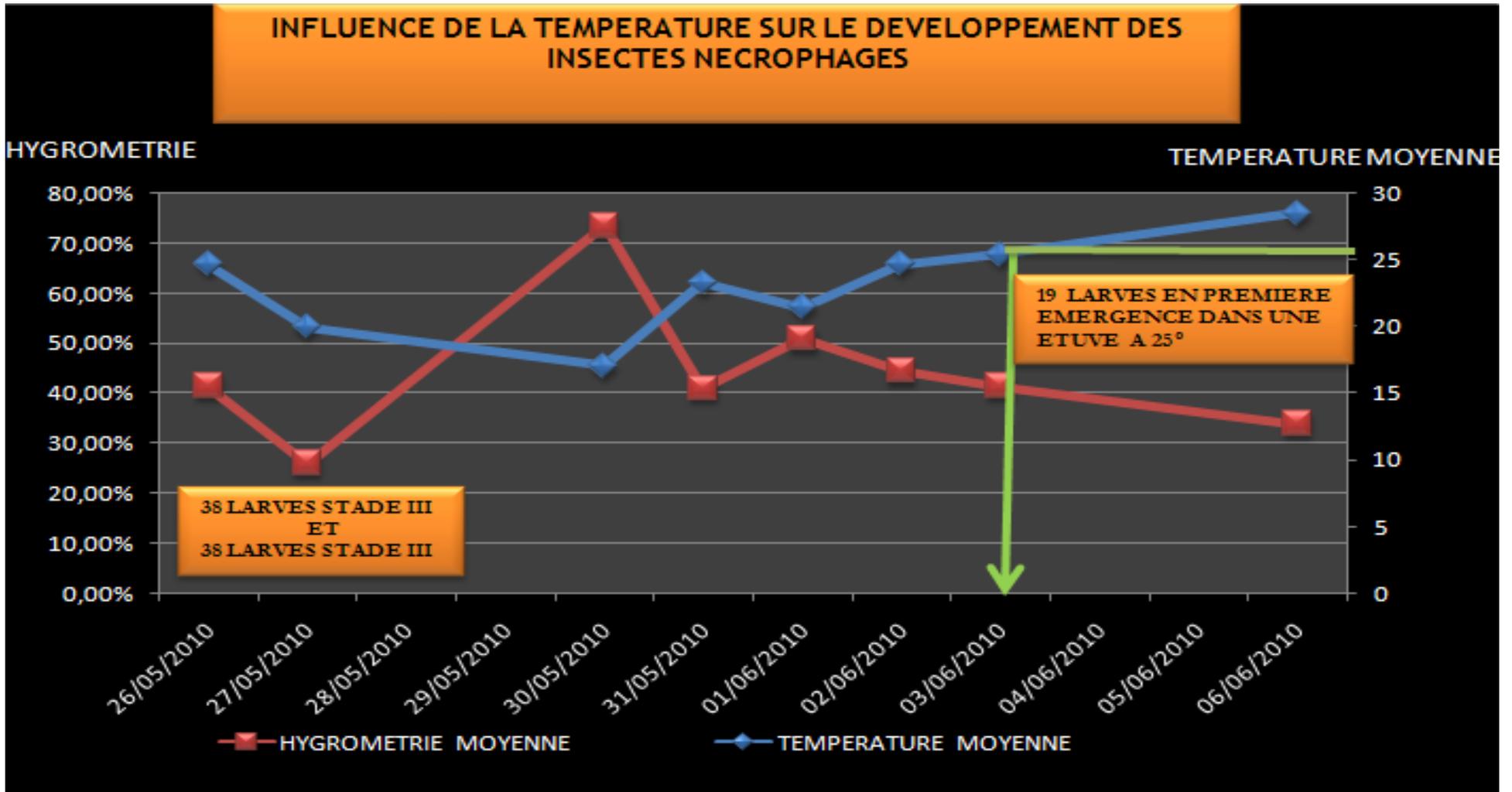


Figure 10 : Illustration graphique des résultats obtenus

Chap. IV Discussion et Conclusion

Chapitre 4 : DISCUSSION ET CONCLUSION

D'après les résultats obtenus dans les deux expériences mentionnées ci-dessus, Nous pouvons conclure que la température à 25 °c dans l'étuve a influencée positivement sur le développement de la larve L3 jusqu'à l'émergence par rapport au temps écoulé, qui est de 09 jours à compter du 26 mai 2010 au 03 juin 2010.

Par contre, la première émergence à température ambiante a mis 12 jours à compter du 26 mai 2010 jusqu'au 06 juin 2010, soit 03 jours de différence, ce qui résume qu'une même espèce exposée à des températures différentes on obtient un temps de développement différent ce qui confirme qu'il ya bien une relation entre la température et le temps de développement Il ya donc une corrélation positive.

Les deux expériences ont bien, montré que trois facteurs liés aux caractéristiques thermiques du cadavre peuvent influencer sur le temps de développement des insectes nécrophages, il s'agit :

- du dégagement de la chaleur par le corps durant les premières heures suivant le décès,
 - de l'amortissement des variations de la température de l'environnement ;
- de l'accumulation de la chaleur localement émise par les masses de larves [Wang, J., C. HU, Y, Chen, minute de J., et J. Li. 2002].

soit le temps nécessaire pour que la température rectale devienne identique à la température extérieure. Les insectes ont pu effectuer les trois quarts du second stade de développement, contre moins d'un tiers à température ambiante.

D'après (Mark Benecke, 2002) qui a travaillé sur l'influence du froid sur les insectes nécrophages il est arrivé à une conclusion que le développement de larve de diptères commence au-delà de 04°C, inférieure à cette température au stade larvaire L1 ou chez une prépupe, c'est l'inverse qui se produit : le cycle est raccourci de 56 heures pour L1 et de 18 heures pour la prépupe. La perte de poids touche en premier lieu les insectes en cours de métamorphose, moment durant lequel les tissus se transforment. Les effets de la réfrigération sont plus importants lorsque le froid intervient avant, ou même pendant cette phase de transformation. Enfin, après dix jours de froid, la mortalité augmente de vingt cinq pour cent (25%).

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

2. Anonyme A [Arnaldos et Luna A., 2005]. [page consultée le 01/07/2010].
3. Anonyme B [Gaudry. E & Dourel. L, 2009]. [page consultée le 01/07/2010].
1. Anonyme C [Higley 1986, Joplin & Moore 1999, Nabity 2007] [page consultée le 23/11/2010].
2. Anonyme D, [Fabre 1923, Shewell 1987, Erzinçlioglu 1990, Hall 1993, Erzinçlioglu 1996] [page consultée le 15/03/2011].
3. Anonyme E,[Faucherre et al., 1999]. [page consultée le 30/01/2011].
6. Anonyme F [M. Lee Goff à Hawaï 2001]. [page consultée le 01/07/2010].
7. Anonyme G ,<http://policescientifique.metawiki.com/entomologie>. [page consultée le 01/07/2010].
8. Arnaldos, M.I., Garcia, M.D., Romera, E., Presa, J.J. and Luna, A. (2005). Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*. 149: 57-65.
9. Audry. E & Dourel. L, 2009- Entomologie légale: Une machine à remonter le temps. Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale.
10. Bernard & Kunidr J. C., , 2002 -Entomology And Law Cambridge, 2002, p.145 p
11. BOUREL B, MARTIN-BOUYER L, HEDOUIN V, GOSSET D, 1997, An experimental study of the life cycle of necrophagous insects : determination of the minimum laying temperature, application to forensic entomology, *Current Topics in Forensic Sciences*, 1997, Vol. 3.
12. Byrd, J.H. and Castner, J.L. (2001). Insects of Forensic Importance. Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., CRC Press. 43-79.
13. Charabidz. D., 2008 _ Étude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale, thèse doctorat , Lille.
14. Campobasso, C.P., Di Vella, G. and Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*. 120: 18-27.
15. Carter, D.O., Yellowlees, D. and Tibbett, M. (2007). Cadaver Decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*. 94: 12-24.
16. Gennard D. , 2007 -Forensic Entomology, 2007,118
17. Hastir, P. and Gaspar, C. (2001). Diagnose d'une famille de fossoyeurs: les Silphidae. *Notes Fauniques de Gembloux*.44 :13-25

18. Leclercq, M. (1978). Entomologie et médecine légale. Datation de la mort. Masson, Paris, Collection de Médecine Légale et de Toxicologie Médicale. 108: 100.
19. Leclercq, M. et Verstraeten, C. (1992). Eboueurs entomologiques bénévoles dans les écosystèmes terrestres. *Notes Fauniques de Gembloux*. 25: 17-23.
20. Marcel LECLERCQ, Entomologie Et Médecine Légale : datation de la mort, Edition MASSON, Paris, 1978, pp 100
21. Marchenko, M.I. (1988). Medico-legal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time since death. *Acta Medicinae legalis et Socialis*. 38: 257-302.
22. Marchenko, M.I. (2001). Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of time of death. *Forensic Science International*. 120: 89-109.
23. Mark Benecke, Pour La Science, Juin 2002 ,p. 76-83
24. Megnin, J. P. 1894. **La faune des cadavres: application de l'entomologie à la médecine légale. Gauthier-Villars et fils, 210pp**
25. RAMEL A. (2008) Les insectes par Alain Ramel, professeur retraité de Sciences Biologiques et Agronomiques. <http://aramel.free.fr/> [page consultée le 05/02/2011]
26. Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M. (1979). Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford, Blackwell Scientific. 371.
27. Wang, J., C. HU, Y, Chen, minute de J., et J. Li. 2002. Effet de la température au-dessus du changement de corps-longueur du *megacephala de Chrysomya* (Fabrius). [*Acta Parasitologica et Medica Entomologica Sinica de Chinois*]. 9:100 – 105
28. Wyss,1997 - <http://www.entomologieforensique.ch>. [page consultée le 20/01/2011].
29. Wyss C. & Cherix D., 2006, traité -Traité d'entomologie forensique lausanne, 2006, p. :133 et p. – 251.
30. Wyss, C. and Cherix, D. (2006). Traité d'entomologie forensique. Les insectes sur la scène de crime. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes. 317.101

LISTE DES FIGURES

LES FIGURES

Figure 1 : Cycle d'un diptère (photo P.Falatico, www.aramel.free.fr)

Figure 2 : Evolution de la matière organique morte d'origine végétale et animale dans les écosystèmes terrestres.

Figure 3. Schéma des relations trophiques liant les différents groupes écologiques présents sur un cadavre (d'après Arnaldos et *al.*, 2005)

Figure 4 : Schéma des différents constituants de l'écosystème « cadavre ».
(damien charabidz ,2008)

Figure 5: Métamorphose complète (holométabole) (damien charabidz ,2008)

Figure 6. "Balanciers" ou "Haltères" de *Tipula* (photo P.Falatico, www.aramel.free.fr/).

Figure 7 Face d'un Brachycère Cyclorraphes (photo J.P Marino, www.aramel.free.fr).

Figure 8 : Temps total de développement de *Lucilia sericata* (de l'œuf à l'imago) en fonction de la température (d'après Marchenko, 1986, CHARABIDZE,2008).

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

Vous trouverez sur cette page les définitions indispensables à la compréhension de ce mémoire

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

Charognard : animal qui se nourrit, partiellement ou exclusivement, d'animaux morts

Coléoptère : Insecte à métamorphoses complètes, pourvu de pièces buccales broyeuses et d'ailes postérieures pliantes, protégées par des ailes antérieures coriaces, les élytres cornés (hanneton, charançon, coccinelle...).

Délai Post-Mortem : Temps écoulé depuis le décès.

Détrivore : Se dit des animaux ou des bactéries qui se nourrissent de débris organiques, d'origine naturelle ou industrielle.

Forensique : S'appliquant à l'entomologie (étude des insectes), technique qui va permettre de dater la mort d'un sujet en analysant les espèces d'insectes retrouvées sur le cadavre et en examinant leur stade d'évolution.

Imago : désigne le stade final d'un individu dont le développement se déroule en plusieurs phases (en général œuf, larve, imago). Ce terme est en général utilisé pour les arthropodes, mais aussi pour les amphibiens.

Lépidoptère : Insecte à métamorphose complète, portant à l'état adulte quatre ailes membraneuses couvertes d'écailles microscopiques colorées (la larve est appelée chenille, la nymphe chrysalide, l'adulte papillon).

Lividité Cadavérique : Modification post-mortem de la coloration de la peau.

Mouche : Insecte aux formes trapues de l'ordre des diptères (comprenant également les moustiques), possédant une seule paire d'ailes membraneuses sur le deuxième anneau du thorax, une paire de balanciers sur le troisième anneau du thorax et des pièces buccales piqueuses ou suceuses.

Nécromasse : par opposition à la biomasse, la nécromasse représente la masse de matière organique morte présente dans une parcelle, un volume ou un écosystème donné.

Nécrophage : Se dit d'un animal qui se nourrit de cadavres.

Nymphe : Chez les insectes à métamorphoses complètes, état transitoire entre la larve et l'état adulte.

Oviscapte : l'oviscapte ou ovipositeur est l'appendice abdominal, généralement long et effilé, à l'aide duquel de nombreuses femelles d'insectes (en particulier chez certains hyménoptères parasites, proche des guêpes).

Pupe : Nymphe des insectes diptères supérieurs (mouches par exemple), enfermée dans la de Quiescence : interruption du développement d'un insecte, d'un organe ou d'un organisme.

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

RESUMES

RESUME

Lors de la découverte d'un cadavre humain, les enquêteurs judiciaires ont besoin de déterminer précisément la date et l'heure du décès. Grâce à l'étude des caractéristiques du corps et de son état de décomposition, la médecine légale peut généralement fournir cette information. Ainsi, la présence de rigidités cadavériques, l'étude des lividités ou la mesure de la température rectale sont autant de méthodes permettant d'estimer précisément l'heure du décès.

Lorsque la mort survient, le premier groupe d'insectes que l'on rencontre sur un cadavre sont les Diptères nécrophages et principalement des Calliphoridae, ce qui en fait de redoutables bio indicateurs quant à la date de décès.

Toutefois chaque espèce possède des caractéristiques biologiques qu'il est nécessaire de connaître afin d'affiner les méthodes de datation de la mort. Parmi ces caractéristiques, il en est une fondamentale qui met en relation la température ambiante et l'activité des insectes adultes.

C'est dans ce même ordre d'idées que nous allons étudier l'étude de la contribution de l'influence de la température sur le développement des insectes nécrophages, d'où l'intérêt de ce travail dans lequel nous nous attacherons à répondre à la question suivante : quelles est la relation entre la température, l'hygrométrie et le temps d'émergence sur le développement des larves ?

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 qui seront ensuite commentés, suivi d'une discussion et conclusion générale.

SUMMARY

At the time of discovered of a human corpse, the legal investigators need to precisely determine the date and the hour of the death. Thanks to the study of the characteristics of the body and its state of decomposition, legal medicine can generally provide this information. Thus, the presence of rigor mortis, the study of lividities or the rectal temperature measurement are as many methods making it possible to estimate the hour of the death precisely.

When death occurs, the first group of insects that one meets on a corpse are the Dipterous necrophagous ones and mainly of Calliphoridae, which in fact frightening bio indicating as for the date of death.

However each species has biological characteristics qu' it is necessary to know so d' to refine the methods of dating of death. Among these characteristics, it is fundamental which connects the room temperature and the activity of the adult insects.

In this same order of ideas that we will study the influence of the temperature on the development of the insects necrophagous, from where l' interest of this work in which we will endeavour to answer the following question: which is the relation between the temperature, the hygroscoy and the time of emergence on the development of the larvae?

We will proceed in the first part to a recall of the theoretical data, in the second part we will present the framework of l' study; the material and method used; then we will expose the results which will be then commented on, followed by a discussion and general conclusion.

ملخص:

عند اكتشاف جثة إنسان ، على المحققين تحديد بدقة يوم وساعة الوفاة.

بفضل دراسة مميزات الجسم البشري و حالة تحلله ، الطب الشرعي بإمكانه تقديم هذه المعلومة ، حيث من خلال صلابة الجسم أو ليونته أو قياس درجة حرارة دبره نستطيع معرفة ساعة و يوم وفاته .

بعد الوفاة ، لوحظ أن أول حشرة تغزو الجثة تنتمي إلى قسم ثنائي الأجنحة (Diptères (Nécrophages و بالتحديد عائلة (Calliphoridae) و بهذا تعتبر هذه الحشرة مؤشر بيولوجي يستطلعنا على ساعة الوفاة.

ومع ذلك كل نوع من الحشرات يمتلك الخاصية البيولوجية التي تلزم بغية التأكيد لنظرية توقيت الموت ، ومن بين هذه الخاصية كما هي أساسية تربط درجة حرارة الغرفة ونشاط الحشرة البالغة.

وعلى هذا المنوال سنعالج دراسة تأثير درجة الحرارة على تطور الحشرات المحللة و منه أهمية هذه الأخيرة التي فيها سنحاول الإجابة على السؤال التالي : ماهي العلاقة بين درجة الحرارة ، الرطوبة و مدة تفتيص على تطور اليرقات ؟

سننطلق في الجزء الأول الى التذكير بالمعلومات البيولوجية ، في الجزء الثاني سنعرض إطار دراسة المعدات و المنهجية المستعملة ، ثم نقدم النتائج متبوعة بتعليقات مفسرة وخاتمة عامة.