

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounâama de Khemis Miliana

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département des Sciences Biologique



*Mémoire pour l'obtention du diplôme de master*

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Hydrobiologie Marine et Continentale

**Spécialité:** Hydrobiologie Appliquée

**Faune cadavérique de lapins (*Oryctolagus cuniculus*, Linnaeus, 1758) noyés en eau salée dans la région du haut Cheliff**

**Soutenu le : 16/12/2020**

**Par : Mr. ELKETROUCI Yassine**

**Mr. BOUHARAOUA Abdelkadir**

**Devant le Jury :**

Mme. GUETARNI H

Mr. DJEZZAR Miliani

Mr. SAIFI Mounir.

**Président**

**Examineur**

**Promoteur**

**Année universitaire :**

**2019/2020**

<b>Sommaire</b>	
<b>Remerciement</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Introduction</b>	13
<b>Chapitre I. Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique</b>	16
<b>I.1 Historique et Bref rappel sur l'entomologie forensique</b>	16
<b>I.1.1. Définition</b>	16
<b>I.1.2. Historique de l'entomologie médico-légale</b>	16
<b>I.1.3. Définition et importance de l'IPM</b>	19
<b>I.1.4. Estimation du délai post-mortem par les méthodes entomologiques</b>	19
<b>I.2. Rôle et biologie des insectes en entomologie forensique</b>	20
<b>I.2.1. Processus de décomposition d'un corps</b>	20
<b>I.2.2. Étapes de décomposition d'un cadavre</b>	20
<b>I.3 .LA FAUNE DES CADAVRES DANS L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE</b>	22
<b>I.3 .1- La faune de cadavres noyée ou partiellement submergés</b>	22
<b>I.3 .2. Processus de décomposition dans les milieux aquatiques</b>	23
<b>I.3.3. Phases de décomposition dans l'écosystème aquatique</b>	24
<b>I.3 .3.1. Le milieu d'eau douce</b>	24
<b>I.3 .3.2- Le milieu d'eau salé (marin)</b>	26
<b>I.3 .3.3- Facteurs influençant les processus de décomposition dans l'environnement aquatique</b>	26
<b>I.3.3.4-Intervalle post-mortem de submersion</b>	27
<b>I.4-La faune et la flore</b>	28
<b>I .5-La vie autour d'un cadavre : l'entomofaune cadavérique</b>	28
<b>I.6-Les escouades successives d'insectes</b>	29
<b>I.6.1- Corps à l'air libre</b>	29
<b>I.6. 2-Un cadavre Submergé dans l'eau</b>	36.
<b>ChapitreII Présentation de la région du haut Chélif</b>	41
<b>II 1. -Localisation géographique de la région de haut Chélif</b>	41
<b>II.2. -Facteurs abiotiques de la région d'étude</b>	41
<b>II.2.1. - Facteurs édaphiques de haut Chélif</b>	43
<b>II.2.1.2. -Quelques aspects sur les Données Pédologiques</b>	44
<b>II.3.1. - Facteurs climatiques</b>	44
<b>II.3.1.1. - Variations des températures</b>	44
<b>II.3.1.2.- Pluviométrie</b>	45

II.3.1.3. –Vents.....	46
II.4.1.- Synthèse climatique .....	47.
II.4.2 - Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	47
II.4.3 -Climagrammepluviothermique d’Emberger.....	48.
II.4.4. - Facteurs biotiques de la région d’étude .....	50
II.4.4.1 - Données bibliographiques sur la flore de la région de haut Chélif.....	50
II.4.4.2–Le Réseau Hydrographique de a région de haut Chélif .....	51
Chapitre III– Matériel et méthodes.....	52
III.1- Choix et description des stations d’étude .....	52
III.2.Présentation du modèle biologique .....	52
III.2.1- Méthodologie de travail .....	53
III.2.3-Matériel de terrain.....	53
III.2.4-Matériel de laboratoire.....	54
III.3.1-Protocole .....	54
III 3.2- Préparation et aménagement du terrain.....	54
III.3.3-Techniques d’échantillonnages sur le terrain .....	56
III.3.3.1-Utilisation de la Technique des pots Barber .....	56
III.3.3.2-avantages de la technique .....	57
III.3.3.3-Inconvénients de la méthode des pots Barber .....	57
III.3.4.1- Emploi des assiettes colorées .....	57
III.3.4.2-Les avantages de la technique des assiettes jaune .....	58
III.3.4.3- Inconvénients de la méthode des pièges jaunes.....	58
Chapitre IV- Discussion et conclusion.....	60
Discussion.....	60
Conclusion.....	63
Références bibliographiques.....	

## **Remerciements**

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements :*

*À monsieur Saifi Mounir pour son encadrement, sa confiance, sa compétence, sa rigueur et son perfectionnisme dont ils ont fait preuve à nos égards et les moyens qu'il a mis à notre disposition tout au long de ce travail.*

*À mon ami touhari Youcef qui m'a beaucoup aidé .*

*Pour l'honneur qu'il nous a fait d'assurer la lecture et l'évaluation de ce travail, nous Voudrions remercier l'examineur de notre mémoire monsieur Mr Djazzar M.*

*À L'ensemble des enseignants de la filière Hydrobiologie marine et continentale qui nous Ont orienté durant tout notre cursus.*

*À tous nos collègues de la deuxième année Master hydrobiologie appliquée, qui ont achevé leurs mémoires de fin d'études sans oublier tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.*

*Merci à mes tantes, oncles, cousines et cousins pour leur soutien*

# **DEDICACES**

**A ma très chère mère**

**Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes coté a toujours été ma source de force**

**Pour affronte les différentes obstacles**

**A mon très cher père**

**Tu as toujours été à mes coté pour me soutenir et m encourager.**

**Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.**

**A mes très chers frères et mer belles sours et tous mes amis de la promotion 2019-2020 de hydrobiologie pou les bons moments on**

**qu'on a passés.**

**ABDELKADIR**

# **DEDICACES**

**A ma très chère mère**

**Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes coté a toujours été ma source de force**

**Pour affronte les différentes obstacles**

**A mon très cher père**

**Tu as toujours été à mes coté pour me soutenir et m encourager.**

**Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.**

**A mes très chers frères et mer belles sourset tous mes amis de la promotion 2019-2020 de hydrobiologie pou les bons moments on**

**qu'on a passés.**

**YASSINE**

**Résumé :**

La recherche sur l'étude des phases de décomposition d'une cadavre dans l'habitat aquatique est très clairsemée dans le monde entier. dans les milieux aquatiques la décomposition cadaverique peut être sous plusieurs formes : immergés frais, flottants au début, la décomposition flottante, la détérioration ballonnée, les restes flottants et les restes immergés. L'évaluation de l'intervalle de submersion post-mortem (PMSI) des cadavres noyés et submergés est imprécise . Les travaux actuels ont porté sur l'étude de décomposition du lapin submergé (*Oryctolagus cuniculus* L.) Nous avons également étudié la faune des cadavres qui peut coloniser dans deux milieux différents, terrestre et ~~autre~~ aquatique (l'eau salée), et étant donné que nous n'avons pas pu mettre en œuvre cette étude par notre pratique en raison des conditions actuelles liées au confinement, nous nous sommes contentés d'élaborer et améliorer une recherche sur plusieurs études précédemment réalisées sur la faune des cadavres noyés ou bien submergés dans l'eau (l'eau salée).

**MOTS CLÉS:** Décomposition; Insectes; carcasse de lapin; Entomologie médico-légale; Intervalle de submersion post-mortem (PMSI).

**Abstract:**

Research on studying the decomposition pattern in aquatic habitat is very sparse worldwide. The conclusion is that there are six stages to aquatic decomposition: cool, floating at first, floating decomposition, ballooned deterioration, floating remains, and submerged remains. The evaluation of the post-mortem submersion interval (PMSI) of drowned and submerged corpses is imprecise and difficult. Current work has focused on the decomposition study of the submerged rabbit model (*Oryctolagus cuniculus* L.), and there have been few studies to determine whether salt water influences decomposition differently in Algeria. We also studied the fauna of corpses that can colonize in two different environments, terrestrial and other aquatic (salt water), and given that we have not been able to implement this study by our practice due to current conditions related to containment, we have merely elaborated and improved a research based on several studies previously carried out on the fauna of drowned corpses or submerge in water (salt water).

**KEYWORDS:** Decomposition; Insects; rabbitcarcass; Forensic entomology; Postmortem submersion interval(PMSI).



## المخلص :

البحث حول دراسة مراحل تحلل الجثة في الموائل المائية قليل جدًا في جميع أنحاء العالم. في البيئات المائية ، يمكن أن يكون تحلل الجثة في عدة أشكال: مغمورة طازجة ، عائمة في البداية ، تحلل عائم ، تدهور منتفخ ، بقايا عائمة وبقايا للجثث الغارقة والمغمورة غير دقيق. ركز العمل الحالي على دراسة تحلل (PMSI) مغمورة. تقييم فترة الغمر بعد الذبح ودرسنا أيضًا حيوانات الجثث التي يمكن أن تستعمر في بيئتين (Oryctolagus cuniculus L.) الأرنب المغمور مختلفتين ، أرضية وأخرى مائية (مياه مالحة) ، أننا لم نتمكن من تنفيذ هذه الدراسة من خلال ممارستنا بسبب الظروف الحالية المرتبطة بالحجر الصحي ، فقد كنا راضين عن تطوير وتحسين بحث على عدة دراسات أجريت سابقًا على حيوانات (الجثث الغارقة أو المغمورة في المياه (ماء مالحة)).

الكلمات المفتاحية : التحلل. الحشرات. جثة الارنب. علم الحشر الشرعي. فترة الغمر بعد الوفاة.

# **Introduction**

## **Introduction**

---

### **Introduction :**

L'entomologie médico-légale dans les milieux aquatiques est un concept plutôt nouveau. étant donné que les cadavres se trouvent souvent en milieu aquatique, il est important que les experts judiciaires et les policiers qui visitent les lieux d'un crime aient une meilleure connaissance des organismes aquatiques qui pourraient potentiellement coloniser les différents modèles des cadavres (Byrd et Castner, 2001). La faune des cadavres immergés est différente de celle des cadavres retrouvés à l'air libre (Anderson 2001), la décomposition dans les milieux terrestres a été très bien étudiée par plusieurs chercheurs sur différents modèles animaux de plus, l'association d'espèces d'insectes spécifiques à divers stades de décomposition peut fournir des renseignements précieux sur le temps écoulé depuis la mort dans les habitats terrestres. L'étude de la décomposition dans un milieu aquatique est un domaine très particulier qui a fait l'objet d'un minimum de recherches.

À ce jour, la plupart des données empiriques examinant la colonisation des insectes dans les systèmes aquatiques se sont concentrées sur les mouches (Calliphoridae), et quelques autres espèces terrestres qui colonisent un cadavre après qu'il gonfle et remonte à la surface. Les espèces qui sont limitées aux écosystèmes aquatiques pour leur survie à un ou plusieurs stades de vie ont été largement ignorées. (Byrd et Castner, 2001). Cependant, les travaux de Payne et King, de Chin et al. et d'Anderson fournissent quelques détails sur la séquence de colonisation des corps qui se décomposent dans l'eau. Contrairement aux écosystèmes terrestres, aucune espèce aquatique n'est le seul exclusivement nécrophage. Cependant, les restes des cadavres humains ou d'animaux attirent une variété d'animaux aquatiques : larves d'insectes (Trichoptères, Coléoptères, Diptères etc.), Crustacés, mollusques et poissons (Merritt et Wallace 2001). On ne parle plus de l'intervalle post-mortem, mais de l'intervalle post-mortem de submersion (IPMS) (Merritt et Wallace 2001). La carcasse est une source de nourriture pour divers invertébrés et poissons, et aussi un refuge pour de nombreuses autres espèces. (Dekeirsschieter J, 2012).

Cette recherche vise à établir une comparaison entre les taux de décomposition d'un environnement terrestre en plein air et d'un environnement en eau salée dans la région de Haut Chélif. Il est important de tenir compte de cette décomposition différentielle dans divers environnements. Des améliorations dans la capacité à estimer le PMI dans les environnements aqueux pourraient fournir une estimation plus précise du temps depuis la mort, les preuves d'insectes passent inaperçues en raison d'une carence dans les études qui pourraient fournir la force à la recherche scientifique en Algérie. Bien qu'il existe de nombreuses études sur les

## **Introduction**

---

insectes aquatiques concernant l'écologie de l'eau, il y a un énorme déficit en référence à l'entomologie médico-légale.

De ce fait, le présent travail a pour objectif d'inventorier la faune de cadavre des deux lapins dans 2 types de milieux de la région du haut Chélif l'un en eau salée et l'autre en terrestre a plain air. et étant donné que nous n'avons pas pu mettre en œuvre cette étude en raison des conditions actuelles liées au confinement, nous nous sommes contentés d'élaborer un plan de travail basé sur plusieurs études précédemment réalisées sur le même sujet.

Le premier chapitre porte sur Synthèse bibliographique de l'entomologie forensique et précisément la faune des cadavres dans un milieu aquatique, et pour le deuxième chapitre une présentation de la région d'étude. Et la méthodologie adoptée renferme d'une part les stations d'études choisies et d'autre part les techniques employées sur le Terrain, elle est placée dans le troisième chapitre, A la fin de ce travail les discussions et une conclusion générale sont rassemblées est présentée dans le quatrième chapitre.

# Chapitre I

### Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

#### **Historique et Bref rappel sur l'entomologie forensique :**

##### **Définition :**

L'entomologie forensique, l'entomologie criminelle, judiciaire, légale ou encore médico-légale (Campobasso et al. 2001). L'entomologie médico-légale a été identifiée par des scientifiques et des experts dans ce domaine ; à partir des recherches et des études approfondies. Il a été convenu que cette science est basée sur l'étude et la compréhension de la biologie des insectes et l'ensemble des interactions entre des différentes espèces d' insectes que se fait la colonisation d'un cadavre. Lorsqu'une espèce animale meurt, elle est rapidement visitée et colonisée par de nombreux organismes tels que des bactéries, des champignons, des arthropodes dont les insectes ainsi que des vertébrés (mammifères et oiseaux) (Carter et al ,2007).c'est qu' en appelle la faune des cadavres. Dans une cour de justice, l'entomologie médico-légale est définie comme l'application de l'étude des insectes et autres arthropodes à des crimes violents tels que meurtre, suicide, le viol, ainsi que la violence physique (Byrd J.H., Castner J.L. 2001). Parmi les objectifs les plus importants de la science entomologie médico-légale Son application principale est dans la détermination du temps minimum écoulé depuis le décès en cas de suspicion la mort, soit en estimant l'âge des plus anciens insectes nécrophages qui se sont développés sur le cadavre, soit en analysant la composition des espèces d'insectes sur le cadavre (J. Amendt et al .2011) .On peut dire que l'entomologie médico-légale est liée à l'étude de plusieurs domaines scientifiques basés sur la zoologie et l'écologie ,Considérés comme des facteurs essentiels dans l'étude des différents stades de décomposition.

##### **Historique de l'entomologie médico-légale :**

De nombreux chercheurs ont écrit sur l'histoire de la médecine légale. Le cas plus connu ou bien plus classique qui on été utilisé des différentes espèces d'insectes dès le XIIIe siècle en chine dans des enquêtes judiciaires. L'avocat chinois et enquêteur Sang Tzu a documenté et rapporté en dans le manuel médico-légal, il décrit le cas d'un coup de couteau près d'une rizière. Le lendemain du meurtre. L'enquêteur a dit à tous les travailleurs de déposer leurs outils de travail (faucilles) sur le sol. Des traces invisibles de sang ont attiré les mouches à un seul Faucille. Tellement confronté, le propriétaire de l'outil a avoué son

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

crime.(Benecke, 2001 b; Amendt et al., 2004 ; Wyss &Cherix, 2006) . Ce qui montre que l'application de l'entomologie dans un contexte médico-légal n'est pas récente (Benecke, 2001 ; Gennard, 2007 ).

Un cas juridique particulièrement important, qui a aidé à établir l'entomologie médico-légale comme outil connu pour enquêter sur les scènes de crime. En 1850 il semble que ce soit la première publication de l'application de l'entomologie à la médecine légale. Le Dr Bergeret fit une autopsie sur le corps d'un enfant découvert par le plâtrier alors qu'il réparait une cheminée de leur nouvelle maison. Il découvrit que la mouche de chair *Sarcophagacarnaria* avait déposé des larves en 1848 et que des acariens avaient pondu des œufs sur le cadavre séché en 1849, et a conclu que les soupçons judiciaires devraient tomber sur les occupants de la maison en 1848.(Smith ,1986 ; Gennard, 2007).

Après quelques années, en 1894 Mégnin, publia un ouvrage « la faune des cadavres » : l'application de l'entomologie a la médecine légale ; c'est le prochain point important de l'histoire de l'entomologie médico-légale qui découle ses observations et des conclusions, il décrit et a relié huit étapes de la décomposition et huit vagues ou escouades d'insectes à la succession colonisant le corps après la mort. L'a ensuite été démontré que ces stades de décomposition variaient en vitesse et dépendaient des conditions environnementales, y compris la température et, par exemple, la taille du corps.( Gennard,2007).

Chaque type d'insecte apparaît à un moment bien déterminé. La succession des espèces constitue pour l'enquêteur une horloge vivante. (BENECKE, 2002). Cette méthode établit une chronologie précise de la décomposition d'un corps. Depuis cette théorie des escouades d'insectes nécrophages l'entomologie forensique n'a été reconnue comme science criminelle qu'à partir du XXe siècle. (Charabidzé&Bourel, 2007). Parmi les travaux qui ont contribué à l'avancement de l'entomologie en général et à une meilleure compréhension de la biologie et de l'écologie des insectes. En 1970 Leclercq, apporte cette Contribution en développant la méthode adoptée par Mégnin. Il améliore alors les Connaissances de la biologie des insectes nécrophages avec un livre intitulé « Entomologie Et Médecine légale, Datation de la mort » (Leclercq, 2009 ; Charabidzé& Gosselin, 2014) .

Ensuite à la fin du XXème siècle en 1985, le docteur ReikkaNuorteva en Finlande et Marcel Leclercq qui établira le premier protocole de prélèvements d'insectes dans une scène de crime (Leclercq et Brahy, 1985). Le premier véritable guide de terrain date de 1990 :

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

"Entomology and Death: à Procédural Guide" par Catts et Haskell Catts&Haskell, 1990 ; (Wyss &Cherix, 2006 ; Frederickx *et al*,2011). À la fin du XXe siècle et début du 21e siècle au cours des dernières années l'entomologie médico-légale est reconnu dans de nombreux pays comme un outil important (Gennard, 2007 ; Amendt et al. 2010). Notamment avec la création en 2002 de l'Association Européenne pour l'Entomologie Forensique (EAFE) qui regroupe l'ensemble des scientifiques spécialisés dans ce domaine (Frederickx et al. 2010). Pour but de promouvoir le développement de l'entomologie forensique à travers l'Europe, d'élever le niveau de compétences des différents acteurs de cette discipline ainsi que de standardiser les protocoles d'échantillonnage d'insectes sur les cadavres et scènes de crimes (Klotzbach et al., 2004 ; Wyss &Cherix, 2006 ; Gennard, 2007) À partir des années 2000 jusqu'à nos jours, la discipline a connu un véritable engouement et il en résulte plusieurs ouvrages d'intérêt médico-légal font leur apparition à l'entomologie forensique tels que : Entomology and the Law par Greenberg et Kunich en 2005 (Greenberg&Kunich, 2005); traité d'entomologie forensique : les insectes sur la scène de crime par Wyss et Cherix en 2006 (Wyss &Cherix, 2006); Forensicentomology : an introduction par Gennard en 2007 (Gennard, 2007); ForensicEntomology : The Utility of Arthropods in Legal Investigations par Byrd et Castner en 2000 et en 2009 (Byrd &Castner, 2000, 2009) et récemment, Current Concepts in ForensicEntomology par Amendt, Campobasso, Goff et Grassberg en 2010 (Amendt et al., 2010).

Au Etats Unis Depuis 1990 cette discipline est particulièrement bien implantée, où sont l'application dans plusieurs laboratoires et son utilisation dans le cadre d'affaires criminelles est quasi-systématique (Wyss et Cherix, 2006) . Quelques laboratoires ou spécialistes dans les autres pays.

En Afrique, commence à développer actuellement des programmes et des projets de recherche en entomologie forensique. On assiste en effet depuis quelques années à la création en Algérie le laboratoire d'entomologie à l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie National en 2010 ; et qu'après la formation des officiers algériens À Bruxelles INCC. De même, la cellule d'entomologie forensique du laboratoire de la gendarmerie royale marocaine et d'autres pays africains (Benin, Cameroun). (Charabidzé et Gosselin,2014).

L'acceptation de l'entomologie médico-légale reposait sur les deux universitaires. Et les praticiens qui travaillent aux côtés de la police et des autorités juridiques, pour affiner le



## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

développement de l'entomologie médico-légale en tant qu'étude scientifique, sous la supervision ou plutôt en coopération avec le Laboratoire d'entomologie à l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie de la Gendarmerie National (INCC-GN) . Et cela depuis exactement 2011. Cette intégration se fait au niveau des écoles de médecine et des projets de recherche au niveau des universités algériennes.

### **Définition et importance de (IPM)**

Tous les entomologistes ont conclu que d'intervalle postmortem ou IPM, celui-ci se définit comme étant le Laps de temps écoulé entre la date du décès et la date de découverte du corps. Cette définition quand on parle d'entomologie forensique est l'utilisation des insectes pour estimer la date du décès, Lorsque la mort Remonte à plus de 72 h (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(C. Frederickx et al 2011). Cette application basée sur les étapes du cycle de vie ou bien le stade de développement des espèces de Diptères nécrophages récupérées du cadavre, en particulier des larves de mouches ainsi des arthropodes, ou de la succession d'insectes présents sur le corps. Cette estimation peut être donnée sur une période d'heures, de semaines ou d'années. Cela étant dit, il est important de se rappeler que ces deux concepts sont encore différents. En fait, cette période d'activité des insectes peut être bien inférieure à la période post-abattage. En fait, le retard et il y a de la difficulté dans l'accès du corps à ces organismes peut être observé en raison des mauvaises conditions météorologiques et du lieu ou de l'environnement dans lequel le corps a été trouvé. (Benecke, 2004 ; Wyss &Cherix, 2006 ; Gaudry et al, 2007)

### **Estimation du délai post-mortem par les méthodes entomologiques :**

Les experts en entomologie ont été réalisés deux principes méthodes pour objet de l'estimation et la détermination un IMP, en utilisant les insectes comme bio-indicateurs .  
(Wyss et Chrex ,2006 ; et Amendet et al ,2007).

La première méthode base sur le cycle de développement des Diptères nécrophages en particulier (diptères, Calliphoridae et Sarcophagidae), ( Amendt et al., 2004, 2007 ; Wyss et Cherix, 2006 ; Gennard, 2007). Ce processus implique l'accumulation de données appropriées pour le développement de l'espèce d'insecte à une variété de températures

pertinentes et la prise en compte des autres facteurs biotiques et abiotiques qui peuvent

## **Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique**

---

affecter le taux de développement. On obtient alors ce qu'on appelle un IPM minimum qui ne pourra être déterminé que pour la première génération de mouches arrivées sur le cadavre (Wyss et Cherix, 2006).

La deuxième méthode se base sur la succession des espèces ou escouades successives d'insectes au cours du temps sur un cadavre (Frederickx et al, 2011) , c'est une estimation à plus long terme, cette technique reliée à chaque stade de décomposition du corps une espèce ou une communauté d'arthropodes. Alors les estimations se basent sur une reconstitution des successions Entomologique, en effet, la chronologie des espèces nécrophage n'est pas toujours respectées (Wyss & Cherix, 2006), d'un coté et d'autre dû aux conditions climatiques locales qui influencent a la dégradation du cadavre et le cycle de développement des insectes.

### **II. Rôle et biologie des insectes en entomologie forensique :**

#### **Processus de décomposition d'un corps :**

Un rappel avec le concept sur l'action de la dégradation d'un corps et sur les processus de la décomposition est fait Il est suivi par les phases de la décomposition d'un cadavre. et en termine par les processus de la décomposition dans les milieux aquatiques .

La décomposition est un phénomène naturel comporte une série de processus dynamiques que se déclenchent après la mort d'une espèce animale, est un groupe de changements post- mortem subis par le corps, on peut aussi la définir ce thanatomorphose qui vont entraîner des modifications morphologiques ou physiques, chimiques et biologiques au niveau du cadavre (CAMPOBASSO et al., 2001 ; Anderson, 2001). Dans son après la décomposition, l'odeur du corps attire toutes sortes d'insectes selon les différentes étapes de décomposition ( Charabidze, 2008 ; Dekeirsschieter et al. 2012) .Il faut cependant noter que les Décompositions biologiques du corps par des micro-organismes (bactéries, champignons) Saprophytes, arthropodes (y compris les insectes) , mais la destruction générale qui imposées au cadavre ne sont pas dues à la seule activité entomologique et microbienne, y a aussi des déprédations causées par les vertébrés (Des mammifères : rongeurs, renards, etc.) et des oiseaux. (Marchenko, 2001 ; Dekeirsschieter et al., 2011)

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

### II .2. Étapes de décomposition d'un cadavre :

En distinguant au cours de la décomposition cadavérique trois processus reconnaissables, il s'agit de l'autolyse, de la putréfaction et de la décomposition des os squelettiques (diagenèse) (VASS ,2001). Selon le même auteur, le processus de rupture naturelle lors de l'autolyse ou l'auto-digestion les cellules du corps sont digérées par des enzymes, notamment lipases, protéases, amylases, etc. Celui-là le processus démarre et progresse plus rapidement dans les organes ou les tissus qui en Substances riches en enzymes (P. Ex. Foie) et teneur élevée en eau, tout comme le cerveau, mais Affecte finalement toutes les cellules du corps (VASS, 2001).VASS parle également ; la putréfaction est la dégradation des tissus par les bactéries. en conséquence, les gaz tels que le sulfure d'hydrogène, le dioxyde de soufre, le dioxyde de carbone, méthane, ammoniac, hydrogène et dioxyde de carbone sont libérés. parallèlement, la fermentation anaérobie a lieu lorsque les volatiles acides propioniques et butyriques se forment. L'organisme subit une désintégration active, dans laquelle les sources de protéines sont brisées.Une fois les tissus mous retirés, le matériau osseux ou bien squelettique - résidus organiques et inorganiques, sera davantage décomposé en fonction des conditions environnementales, et finalement réduits en composants du sol.Ainsi que les formes de produits comprennent le skatole, la cadaverine, et la putrescine sont des membres importants de ces produits de décomposition (VASS et al., 2004).

D'après la majorité d'entomologiste et à partir d'un grand nombre d'études, l'évolution d'un cadavre sont divisés en cinq stades distincts de décomposition ces stades clairement identifiables les uns des autres : stade frais, stade de gonflement, stade de décomposition active, stade de décomposition avancée et stade de squelettisation, mais parfois le stade de gonfler et décomposition active sont incorporés en un seul stade (Teocheehau et al , 2014 ; Campobasso et al , 2001 ; Dekeirsschieter et al, 2012).

**-Le stade frais :** cette étape commence du moment de la mort à la première signes de ballonnement du corps. Les premiers organismes à arriver sont les mouches (les Calliphoridés).(GENNARD, 2007) Et en plus se caractériser par peu de temps qui prend environ une semaine au maximum après le décès, et le refroidissement général du corps.

**-Le Stade de gonflement :** en raison de l'action des bactéries, ou de la putréfaction, l'épuisement de l'oxygène interne crée également un environnement idéal pour les microorganismes anaérobies. (carter et al., 2007). La dégradation du corps se poursuit à cause

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

de cette activité bactérienne, qui peut être l'étape la plus facile à distinguer. Le gaz qui provoque le gonflement du cadavre est produit par le métabolisme des nutriments des bactéries anaérobies. Au début, l'abdomen est gonflé, mais ensuite tout le corps devient comme un ballon étiré d'air (Gennard, 2007). Selon le dernier auteur cité, à cette étape, probablement à cause de l'odeur de gaz, de plus en plus de mouches sont attirées par le corps. Et en raison du début de l'activité des insectes, la température interne de la carcasse a commencé à augmenter (AGGARWAL, 2005).

**-le stade de décomposition active :** Finalement, les ballonnements putréfactions qui provoquent des ruptures de la peau ceux-ci permettent à l'oxygène de retourner dans le cadavre, mais le gonflement du corps diminue progressivement et expose plus de surface pour le développement des larves de mouches et l'activité microbienne aérobie, cela désigne le début de la désintégration active qui se caractérise par une perte rapide de masse (Carter et al, 2007). Résultant de la fermentation dont des acides caséiques et butyrique sont générés, ceci est suivi d'une période de putréfaction avancée, qui comprend la fermentation ammoniacale du corps.

**-le stade décomposition avancée :** Au stade ultérieur de la décomposition, tout ce qui reste de l'organisme est la peau, le cartilage et les os avec certains vestiges de chair dont les intestins. A la fin de cette phase, tout reste de tissu corporel peut être séché. Le plus grand indicateur de cette étape est une augmentation de la présence de Coléoptères et une réduction de la dominance des mouches (Diptères) sur le corps. (Gennard, 2007).

**- Le stade de squelettisation (dessèchement) :** généralement, la décomposition des tissus mous est terminée. Mais au cours de cette étape, on définit l'étude comme n'importe laquelle de : ne laisse que la colonne vertébrale sous une peau sèche, avec une perte importante de l'abdomen. À ce stade, seuls une partie de la peau sèche, des tendons et du cartilage apparaîtront. Une humidité environnementale ou de la graisse minimale peut être présente à la surface de l'os et l'odeur de décomposition disparaît généralement. Quelques espèces d'insectes sont toujours présentes dans cette étape, mais principalement de Colpoptera et acari. (acariens)(Teochehau et al, 2014) . Cependant, il est important de signaler que la séquence de squelettisation peut varier selon l'environnement et l'état du corps.

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

### III .LA FAUNE DES CADAVRES DANS L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE :

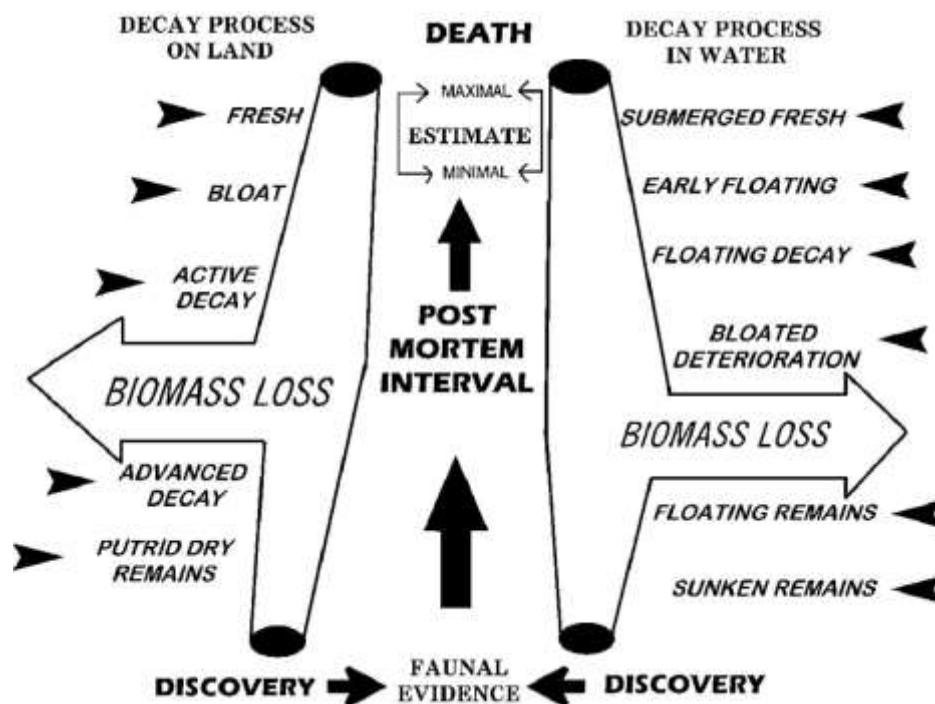
#### III .1- La faune de cadavres noyée ou partiellement submergés :

Premièrement, la faune de cadavres noyée ou partiellement submergés est différente de celle des cadavres retrouvés à l'air libre, Contrairement aux écosystèmes terrestres (Anderson, 2001 ; Deekirsschieter, 2012). Des études précises ont été réalisées sur la microfaune des cadavres associés aux corps immergés. En utilisant des carcasses de porcs, elles sont particulièrement influencées par la vitesse de décomposition de l'eau, la succession des arthropodes et leur développement. Certaines espèces d'insectes aquatiques vivent dans des environnements spécifiques (eau de mer, rivière et lac); par conséquent, leur identification indique le mouvement ou le transport d'un cadavre après la mort.(Compobasso et al, 2001) .Dans certains cas, lorsque le cadavre n'est que partiellement submergés, la faune terrestre et aquatique peuvent la coloniser (Anderson, 2001) .notamment les arthropodes et Calliphoridae Pendant l'immersion, il n'y a pas d'espèces aquatiques exclusivement nécrophages. Cependant, les tissus du cadavre peuvent être ravagés par les poissons et les crustacés, des mollusques ainsi que par les insectes aquatiques, contrairement aux espèces terrestres, ces derniers, n'ont aucune spécialisation en tant qu'insectes nécrophages puisque leur principale source de nourriture est les algues ou les plantes aquatiques en décomposition et autres insectes.(Merritt et Wallace 2001 ; Dekeirsschieter, 2012). À quelques exceptions près, sur le plan de l'évolution, il n'y a pas d'insectes aquatiques vraiment sarcophages qui ont évolué fonctionnellement pour se nourrir uniquement de charogne (Campobasso et al, 2001) . En effet, le tiers de la faune qui existe sur un cadavre à l'air libre peut être retrouvé sur des carcasses noyée . Après avoir gonflé et remonté à la surface. Étant considéré que l'eau limite le nombre et les espèces d'arthropodes nécrophages présents sur le corps. (Leclercq ,1978). Cette situation sera influencée par de nombreux facteurs, y compris la masse d'eau (par exemple, lac, cours d'eau, fossé, océan) la température de l'eau, la saison, le balayage et la zone biogéoclimatique (Anderson 2001).

La cause de l'immersion dans les milieux aquatiques, comme les rivières, les ruisseaux, les étangs ou les lacs n'est pas nécessairement un aspect des préoccupations des entomologistes médico-légaux, mais combien la durée a été laquelle le corps rester dans l'eau elle est importante. La période entre l'immersion et la découverte est communément appelée d'intervalle post-mortem de submersion. (IPMS)(Gennard, 2012).

### Processus de décomposition dans les milieux aquatiques :

L'étude de la décomposition dans un environnement aquatique est une filière très spécifique. Actuellement, seules quelques recherches existent en ce qui concerne les modifications post-mortem d'un corps dans des différents milieux aquatique. Soit la submersion dans l'eau douce ou l'eau salée, ce dernier modifie le processus de décomposition, car la basse température de l'eau ralentit le processus de putréfaction et il y a un manque de faune nécrophage dédiée qui aide à faciliter le processus de décomposition.(JyotiDalal et al, 2020 ; Magni et Dadour, 2013).Selon (Payne et King 1972), après l'utilisation le modèle animale (carcasse de porcs)immergés, en conclus qu'il y a six étapes à la décomposition aquatique : immergés frais, flottants au début, la décomposition flottante, la détérioration ballonnée, les restes flottants et les restes immergés. Les porcs ont été utilisés comme substituts humains parce qu'ils ont été trouvés très similaires à l'être humain étant omnivore et possèdent tout à fait le même système digestif.(Eline M.J. Schotsmans, 2017) .(voir la **Figure .1**)



**Figure .1** A comparison of the stages of decomposition on land and in the water.

Byrd J.H., Castner J.L. (2001).

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

### Phases de décomposition dans l'écosystème aquatique

#### III .3.1. Le Milieu dulçaquicole :

**-Première étape immergé frais :** Caractérisée comme étant la période entre le moment où la carcasse est immergée et le moment où elle commence à gonfler et à remonter à la surface. Selon l'emplacement géographique d'un habitat d'eau courante ou stagnante, le microhabitat dans ce plan d'eau. Véritables insectes aquatiques au stade immature, p. ex. Les trichoptères hydropsychides (Trichoptera : Hydropsychidae), tandis que des coléoptères adultes (Coleoptera:Hydrophilidae)(Merritt et Wallace, 2001)

**-Deuxième étape Flottabilité précoce :** Selon le même auteur ; au fur et à mesure que les gaz produits par la respiration bactérienne anaérobie dans l'abdomen, augmente, les carcasses en saillie au-dessus de la surface de l'eau attirent les espèces d'insectes terrestres. (Par exemple, les mouches (Calliphoridae) et les familles apparentées (Muscidae, Sarcophagidae)) qui pondent des œufs ou des larves sur les zones de cadavre. Les charognards et les coléoptères (Silphidae et Staphylinidae) peuvent se nourrir de larves de mouches ou de chair animale.

**-Troisième étape la Décomposition flottante :** l'activité alimentaire intense des asticots calliphorides a été observée sur les carcasses flottant au-dessus de la surface de l'eau, créant de nombreuses ouvertures dans la peau exposée, ont été observés en abondance élevée pendant cette période, l'apparition de la peau d'une couleur noircie et a commencer s'est détachée des membres.

**-Quatrième étape : détérioration gonflée :** au cours de cette étape, la Plupart des tissus exposés des carcasses flottant ou faisant saillie au-dessus de la surface de l'eau ont disparu en raison de l'activité d'alimentation des asticots de la mouche. En plus dans le cas le cadavre totalement submergé, ont constaté que les membres postérieurs se désarticulaient, que du sang et d'autres liquides s'échappaient des orifices de la carcasse, de grandes sections de chair se détachaient et des ulcérations sévères étaient observées sur la paroi abdominale.

**-Cinquième étape : restes flottants :** La charogne avec des membres ou des parties de tissu faisant saillie au-dessus de la surface de l'eau montre peu d'activité de la mouche (Calliphoridae), probablement en raison de la migration de la carcasse, de la mort par noyade ou de la prédation d'insectes aquatiques ou terrestres, dans un cas rapporté plus loin dans ce chapitre, Merritt a découvert que les amphibiens et les poissons se nourrissaient d'asticots qui sortaient du corps d'une victime dans un étang à ce stade.

**-Sixième étape : restes engloutis :** La durée de ce stade est assez variable, mais se caractérise principalement par des os et des morceaux de peau restant sur le substrat. (Payne et King

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

,1972) ont noté que la décomposition est complétée par des bactéries et des champignons au cours de cette étape, ont noté que les segments du crâne étaient devenus désarticulés, la chair restante ressemblait à une texture soupé, et presque l'absence de l'odeur de décomposition. En plus des charognards, on peut trouver dans les restes de la carcasse de la faune aquatique benthique, comme les écrevisses, ainsi que des annélides, des escargots, des sangsues et des amphipodes. (Mirritte et wallace ,2001).( dans le tableau suivant)

- Tableau 1 : Phases de décomposition dans les milieux aquatiques (Barbara H. Stuart et Maiken Ueland ,2017)

Stades de décompostion	Description du stades de décompostion
1. Frais submergés	Frais ; restes immergés
2. Flottement précoce	Gonflé ; flottant à la surface de l'eau
3. Désintégration flottante précoce	Désintégration mineure apparente désarticulation des Tissusmous
4. Désintégration flottante avancée	Dégradation importante apparente; exposition du squelette
5. Restes immergés	Reste enfoncé ; reste des os à la fin de l'étape

**III .3.2- Le milieu salée :** En attribué la différence entre la décomposition de terrestre et aquatique est en raison des températures réduites et de la réduction de l'activité des insectes présents dans l'eau. Et également des facteurs qui pourraient affecter la décomposition dans l'eau, telle que le contenu bactérien et la salinité, ainsi que l'activité des animaux aquatiques (Laura E. Ayers, B.A., 2010).comme les crustacés, les poissons , les alligators et les asticots . Finalement, les différences de contenu bactérien et de salinité peuvent accélérer ou retarder la décomposition. Une différenciation entre l'eau salée et l'eau douce n'est généralement pas faite dans la littérature, ce qui conduit généralement à une fausse supposition que toute la décomposition aquatique est la même. Puisque tous les facteurs affectant la décomposition



## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

aquatique (contenu bactérien, température, salinité et charognards) différent entre l'eau salée et l'eau douce, il est logique que les taux de décomposition diffèrent grandement entre eux.

### III .3.3- Facteurs influençant les processus de décomposition dans l'environnement aquatique :

Les cadavres en tant que trouvés dans le milieu aquatique seront probablement exposés à des conditions environnementales diverses et peut-être changeantes. Les facteurs qui affectent le taux de décomposition comprennent : la flore et la faune, la température, la chimie de l'eau et le débit de l'eau. La présence de couvertures corporelles. De cette manière, ces facteurs peuvent modifier le moment où apparaissent les signes traditionnellement utilisés pour suivre les différentes étapes de la décomposition. (Anderson et al ,2001 ;Barbara H. Stuart et MaikenUeland, 2017) .Mirritte et Wallace Ont abordé que les principales variables qui influent sur le taux de décomposition d'un cadavre submergé dans un milieu aquatique a l'addition les paramètres physico-chimiques de l'eau, tels que la température, le régime actuel, la teneur en oxygène et ceux associés au cadavre lui-même (P. Ex. Les vêtements et les traumatismes) jouent non seulement un rôle dans la décomposition des cadavres humains, mais influencent également la voie dominante de la décomposition. Cette décomposition passe par des mécanismes biologiques, comme les interactions microbiennes et macro-invertébrées.(Mirritte et Walles, 2010).

Cependant, nous n'oublions pas les distinctions dans le processus de décomposition se rapportent à savoir si, ou non, le gaz dans l'intestin a causé le corps à monter à la surface, ou si le corps est emprisonné et reste donc submergé.(Gennard,2012).

### III .3.4-Intervalle post-mortem de submersion

Dans un milieu aquatique, le temps écoulé depuis la mort est connu sous le nom d'intervalle post-mortem de submersion(IPMS). L'absence d'un moyen validé de mesurer le IPMS a limité son utilisation dans la pratique. Pour les cadavres trouvés totalement submergés dans des milieux aquatiques, tels que les rivières, les ruisseaux, les étangs ou les lacs dans lesquels la ponte et le développement larvaire des insectes sarcophages terrestres sont empêchés, la détermination de l'intervalle post-mortem de submersion (IPMS) s'est avérée plus problématique. Le contexte écologique est très important parce que même à l'intérieur d'une espèce, des variations de comportement peuvent se produire dans des habitats ou des saisons légèrement différentes (Barbara H. Stuart et MaikenUeland, 2017). Bien que peu

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

d'indicateurs de temps depuis la submersion pour les cadavres trouvés dans les écosystèmes aquatiques soient comparables en précision aux indicateurs d'insectes utilisés dans les cas terrestres, il y a des observations qui peuvent être utiles pour suggérer ou exclure un IPMS approximatif. En particulier, les intervalles de temps nécessaires pour certaines phases de croissance des plantes marines ou des animaux qui s'attachent aux restes peuvent être utilisés pour estimer un IPMS minimum Important, une estimation de l'IPMS est difficile en raison de la variété des conditions environnementales qui influenceront ce temps. (Byrd J.H., Castner J.L. 2001).

### IV- faune et flore

Les diatomées (algues unicellulaires) ont été largement utilisées pour déterminer si la noyade est la cause du décès ( Barbara H. Stuart et Maiken Ueland,2017). Selon le même auteur, les microorganismes, notamment les bactéries, les algues et les champignons, contribuent à la décomposition naturelle des restes humains dans un environnement aquatique. De tels micro-organismes peuvent déjà être présents sur le corps, injectés avec une prise d'eau à la mort, ou dans l'environnement aquatique à différents stades de décomposition. Leur présence a été reconnue comme un moyen potentiel d'estimer le temps écoulé depuis le décès ou comme un indice de noyade. Un certain nombre d'études ont étudié le potentiel d'utilisation de la croissance des microorganismes, mais une méthode fiable pour déterminer le temps écoulé depuis la submersion d'un corps n'a pas encore été établie.

Les entomologistes médico-légaux reconnaissent l'avantage d'une source supplémentaire d'informations pour confirmer leurs conclusions. Les algues se sont révélées être une autre source d'information utile sur le temps écoulé depuis la submersion, en particulier dans le premier mois suivant l'entrée du corps dans l'eau. Démontrez la valeur de ces organismes. Cela est particulièrement vrai parce que certaines espèces d'algues peuvent coloniser le corps au début de la décomposition, tandis que d'autres macroinvertébrés arriveront plus tard. Dans tous les cas, étant donné qu'il s'agit de plantes photosynthétiques et qu'elles utilisent donc de la chlorophylle a pour la production alimentaire, la concentration d'algues se reflétera également dans l'augmentation de la concentration de chlorophylle (Gennard,2012).

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

### V-La vie autour d'un cadavre : l'entomofaune cadavérique

On distingue 4 groupes fonctionnels :

#### a. Les espèces nécrophages

Les insectes ont de puissants chimiorécepteurs Des antennes et un odorat puissant leur permettent de détecter l'odeur des cadavres frais Seulement quelques minutes après la mort, même en Une longue distance. Ils se nourrissent du substrat (cadavre) et s'en servent pour assurer Favorisez leurs larves. Les insectes rencontrés sont principalement des Diptères (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Fannidae, Piophilidae et Phoridae) et Coléoptères (Dermetidae, Silphidae, Cleridae et Nitidulidae) (Wyss et Cherix, 2006).

#### b. Les espèces nécrophiles

Il s'agit des espèces prédatrices ou parasites des larves et des pupes nécrophages. On rencontre régulièrement des Coléoptères (Silphidae, Histeridae, Staphylinidae) des Diptères (Calliphoridae et Stratiomyidae) ainsi que des Hyménoptères.

#### c. Les espèces opportunistes

Ce groupe d'insectes utilise leurs carcasses comme refuge Habitats, abris, chaleur, hibernation et parfois même alimentation (Leclercq etc. Vestraeten, 1992). Ils proviennent de la végétation environnante ou de la pédofaune Et peut être un prédateur d'espèces insectivores (Campobasso Et al., 2001). Il y a des voûtes, des araignées, des cent, des lépidoptères, Il existe également des acariens qui se nourrissent de moisissures et de champignons Grandir sur un corps décomposé (Campobasso et al., 2001).

#### d. Les espèces omnivores

Ces insectes ne sont pas nécessairement dest nécrophages, ils utilisent le cadavre comme source alimentaire et se nourrissent des poils, tissus, etc. Ils peuvent également se nourrir d'insectes présents sur le corps. Les principales espèces appartiennent généralement aux

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

Hyménoptères (fourmis, guêpes) et aux Coléoptères (Wyss et Cherix, 2006) Parfois on remarque la présence de certaines espèces sur le cadavre due au hasard qui sont accidentelles (Arnaldos et Lumaa, 2005). 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

### VI- Les escouades successives d'insectes :

#### VI-1. Corps à l'air libre

Le travail de Mégnin (1894) compte huit escouades successives depuis la mort jusqu'à complète destruction d'un cadavre humain, les principaux insectes et les acariens se succédant sur un cadavre sont repris dans tous les cas, le concept d'escouades est apparu pour la première fois comme un moyen simple et efficace de dater l'IPM. Par conséquent, Smith a proposé en 1986 dans sa monographie de 1986 l'héritage de huit équipes, qui ont longtemps été une référence en entomologie médico-légale.

- **Première escouade:** elle apparaît immédiatement après la mort sur le cadavre frais lorsqu'aucune odeur n'est encore perceptible pour l'homme. Il s'agit surtout de Calliphoridae avec les genres *Calliphora* (*Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, *Calliphora vomitoria* L.), *Protophormia* (*Protophormiaterraenovae* Robineau-Desvoidy), *Lucilia*, *Phormia* et de Muscidae représentées par les genres *Musca* (*Muscadomestica* L.) et *Muscina* (*Muscinastabulans* Fall.). **Figure 02**

Les mouches du genre *Calliphora* sont de grosses mouches (4 à 16 mm) avec des couleurs métalliques bleues (mouche bleue de la viande: *Calliphora vomitoria* et *Calliphora vicina*) ou vertes (*Lucilia* spp.). Elles recherchent les cadavres frais pour y pondre leurs œufs, une dizaine à plusieurs centaines sont déposées par femelle (Anderson 2001, Amendt et al. 2004, Gennard 2007). Dans nos régions, nous avons trouvé au cours des expertises entomologiques du Docteur Marcel Leclercq les espèces suivantes: *Calliphora vicina*, *C. vomitoria* (les plus fréquentes), puis *Phormiiregina*, *Protophormiaterraenovae*, *Lucilia caesar*, *L. illustris*, *L. richardsi*, *L. sericata*. Les mouches du genre *Musca* sont de couleur terne (grisâtre) avec une taille comprise entre 2 et 18 mm.



**Figure 02 :** Calliphoridae et Muscidae (Filali, 2010)

**Deuxième escouade:** Apparue sur des cadavres frais immédiatement après la mort. Je n'ai pas encore senti l'odeur que les humains sentent. Ce sont principalement des Calliphoridae. Comme *Calliphora* (*Calliphora vicina*), une fois que l'odeur de cadavre d'ammoniaque apparaît, l'escouade (entre 48 et 72 heures après l'autopsie). Ce sont principalement des mouches Sarcophage et Calliphoridae (*Lucilia*, *Cynomya*, *Chrysomya*). *Cynomya Mortuorum* a été trouvé dans la carcasse d'un petit animal, Cadavres humains (Wyss et Cherix 2006). Les mouches carnivores sont des mouches, dont la taille varie de 2 à 22 mm. Longueur, il est facile de passer le motif de la grille (bande ou taches grises sur la poitrine) et pas de couleur métallique (Wyss et Cherix 2006).

- **Troisième escouade:** elle arrive sur le cadavre au moment du rancissement des graisses (fermentation butyrique) qui dégage des acides gras volatils dont l'acide butyrique. Cette escouade est composée de Coléoptères, surtout des Dermestés, et des Lépidoptères du genre *Aglossa*.

Les Dermestidae sont des Coléoptères de petite taille (2 à 12 mm); les adultes ont un corps arrondi, recouvert de poils ou d'écailles de couleur variées et formant des dessins caractéristiques (Wyss et Cherix 2006). Leurs larves sont cylindro-coniques et couvertes de poils. figure 4



**Figure 4 :** *Dermestidesperuvianus* (Filali, 2010)

- **Quatrième escouade:** Colonise sur le substrat lorsque le matériau est fermenté Protéine (fermentation du fromage), elle attire donc les mêmes insectes que le fromage Fermentation que nous rencontrons Piophilidae (Fanniidae) et Coleoptera appartiennent à Famille familiale (genres Nécromancien et Corynetes). Cette équipe rencontre également Attirer le flux de liquide en décomposition provenant d'autres diptères Et la seiche. Les piophilidae sont de petits diptères (2,5 à 6 mm), foncés et sombres ou Brillant (Wyss et Cherix 2006). Comportement des larves lipophiles Caractéristiques, on dit que les larves sautent. figure 5.



**Figure 05:** *Piophilacasei*(mouche de fromage) Piophilidae (Filali, 2010)

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

- **Cinquième escouade:** elle apparaît lorsque le cadavre est au stade de la fermentation ammoniacale qui succède aux deux précédentes fermentations. Les liquides putrides s'évaporent et d'autres Diptères font leur apparition (Phoridae, Muscidae avec le genre *Ophyra*). De nombreux Coléoptères sont également présents, des Silphidae, des Histeridae (*Hister* et *Saprinus*) et des Nitidulidae. Les Phoridae sont des Diptères de petite taille (1,5 à 6 mm) de couleur brune, noire ou jaune (Wyss et Cherix 2006). Contrairement à beaucoup d'autres espèces de Diptères, les Phoridae sont capables de coloniser les corps inhumés (Leclercq et Verstraeten 1993, Bourel et al. 2004)



Figure 6 : Histerida

- **Sixième escouade :** Elle absorbera tout le liquide restant du corps Imprégnez et aidez-le à sécher. Cette équipe est composée de nombreux acariens, qui existent 5 à 10 mois après la mort.



Figure 07: Acariens (Filali, 2010)

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

-**Septième escouade:** Lorsque le corps est complètement sec (environ 8 mois plus tard), il apparaîtra sur le corps. Il existe de nombreux Dermestidae (*Attagenus pellio*, *Dermestes maculatus*, *Dermestes lardarius*) et Lépidoptères (*Aglossa* et *Tineola*), qui se nourrissent généralement d'animaux secs (fourrure, laine, etc.).



**Figure08:** Lucane (Filali, 2010)

- **Huitième escouade :** Lorsque l'âge de la mort est plus avancé (de 1 à 3 ans), cette escouade vient nettoyer les débris organiques laissés par les escouades précédentes. Il s'agit essentiellement de petits Coléoptères appartenant aux familles des Tenebrionidae (genre *Tenebrio*) et des Ptinidae (genre *Ptinus*).



**Figure 09:** Ptinidae (Filali, 2010)



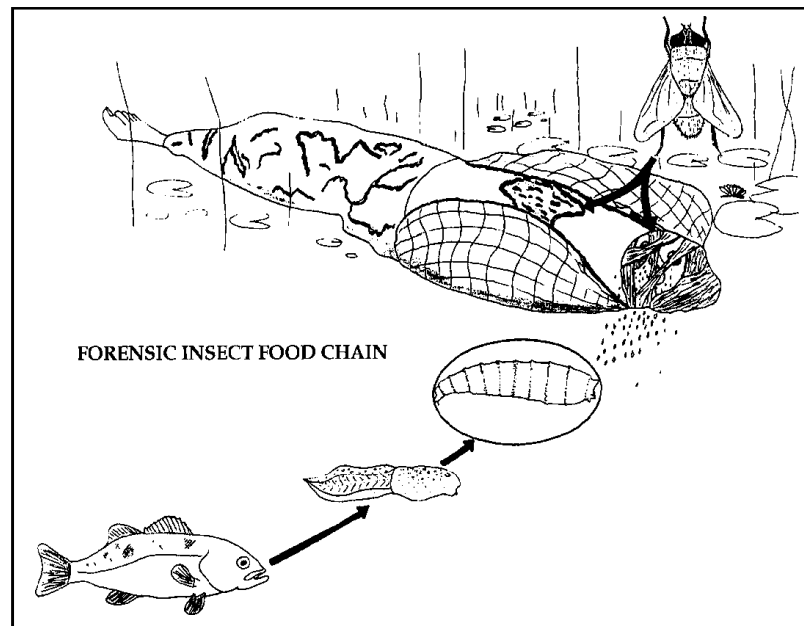
## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

Tableau 2. Les travailleurs de la mort se succédant sur un corps à l'air libre (Leclercq 1978).

Escouades	Insectes et Acariens	Etat du corps	Intervalle postmortem approximatif
1 <sup>ère</sup> escouade	Calliphoridae <i>Calliphora vicina</i> <i>Calliphora vomitoria</i> Diptères <i>Lucilia</i> spp. Muscidae <i>Musca domestica</i> <i>Musca autumnalis</i> <i>Muscina stabulans</i>	Frais et récent (variable selon la saison, les températures)	
2 <sup>ème</sup> escouade	Calliphoridae <i>Calliphora vicina</i> <i>Calliphora vomitoria</i> Diptères <i>Lucilia</i> spp. <i>Cynomyia mortuorum</i> Sarcophagidae	Odeur développée	3 premiers mois
3 <sup>ème</sup> escouade	Coléoptères Lépidoptères	Graisse rance	
4 <sup>ème</sup> escouade	Dermeestidae Aglossa sp.		
	Piophilidae Sepsidae Diptères Drosophilidae Fanniidae Sphaeroceridae Syrphidae Coléoptères Cleridae <i>Necrobia</i> sp.	Après la fermentation butyrique et caséique	3 à 6 mois
5 <sup>ème</sup> escouade	Muscidae Diptères <i>Hydrotaea</i> sp. Phoridae Coléoptères Silphidae Histeridae	Fermentation ammoniacale Évaporation des liquides sanieux	4 à 8 mois
6 <sup>ème</sup> escouade	Acariens		6 à 12 mois
7 <sup>ème</sup> escouade	Dermeestidae Coléoptères <i>Dermestes maculatus</i> <i>Attagenus pellio</i> Lépidoptères Tineidae	Complètement sec	1 à 3 ans
8 <sup>ème</sup> escouade	Coléoptères Ptinidae Tenebrionidae		3 ans et plus

### VI. 2 - cadavre Submergé dans l'eau

Il ne semble pas y avoir de modèle de succession prévisible sur la charogne submergée par différentes espèces d'insectes aquatiques, mais Hobischak (1997) a suggéré une succession prévisible d'invertébrés colonisant des carcasses de porcs (exposées et submergées) dans les habitats aquatiques. (Jason H. Byrd James L. Castner, 2001).



**Figure10:** Schéma de la chaîne alimentaire d'insectes médico-légaux dans un environnement lacustre montrant un cas où des asticots de la mouche colonisant un corps ont quitté le corps dans l'eau. Des têtards ont été observés se nourrissant d'asticots puis mangés par les poissons. Des poissons ont également été observés se nourrissant d'asticos (Jason H. Byrd James L. Castner, 2001)

**-Éphémères (Ordre: Éphéméroptères):** À l'exception d'un très petit nombre d'espèces qui s'aventurent dans des zones saumâtres, les éphémères se trouvent exclusivement en eau douce. La nature éphémère du stade adulte, généralement d'une durée de 2 à 3 jours ou moins, explique le nom latin de l'ordre Ephemeroptera ou « éphémère ». Les éphémères présentent une diversité morphologique et comportementale et les larves ont été regroupées en quatre formes de vie : (1) nager, (2) ramper et grimper, (3) aplatir et rationaliser, et (4) Creuser des terriers . Des éphémères nageurs (Baetidae) et aplatir et rationalisés (Heptageniidae) ont été observés se nourrissant de carcasses de porcs ou à proximité. (Jason H. Byrd James L. Castner, 2001)

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

---

**-Stoneflies (Order: Plecoptera) :** La plupart des espèces de mouches à pierre sont des larves ou des tentaculaires et peuvent être divisées en deux groupes d'alimentation fonctionnels ; broyeurs ou prédateurs. Des familles de déchetteurs (Taeniopterygidae, Nemouridae, Pteronarcyidae) et de prédateurs (Perlodidae, Perlidae) ont été observées en train de coloniser ou de se nourrir de carcasses de saumon submergées ou de charognes de porc dans les cours d'eau, avec des larves de Pteronarcyidae se nourrissant de chair de saumon en laboratoire. Compte tenu des exigences d'habitat restreint des mouches pierres et de la nature prédatrice de nombreuses espèces, la présence de larves sur un corps peut indiquer qu'il s'est probablement déposé et est resté dans une zone de riffle d'un ruisseau ou d'une rivière. Ainsi, il peut avoir été dans le ruisseau pendant un certain temps pour permettre la colonisation d'autres insectes, qui peuvent servir de proies aux mouches des pierres associées au cadavre à ce moment-là.(Jason H. Byrd James L. Castner, 2001).



**Figure11 :** Ephemeroptera( Gennard,2012)

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique Ecosystème et faune cadavérique

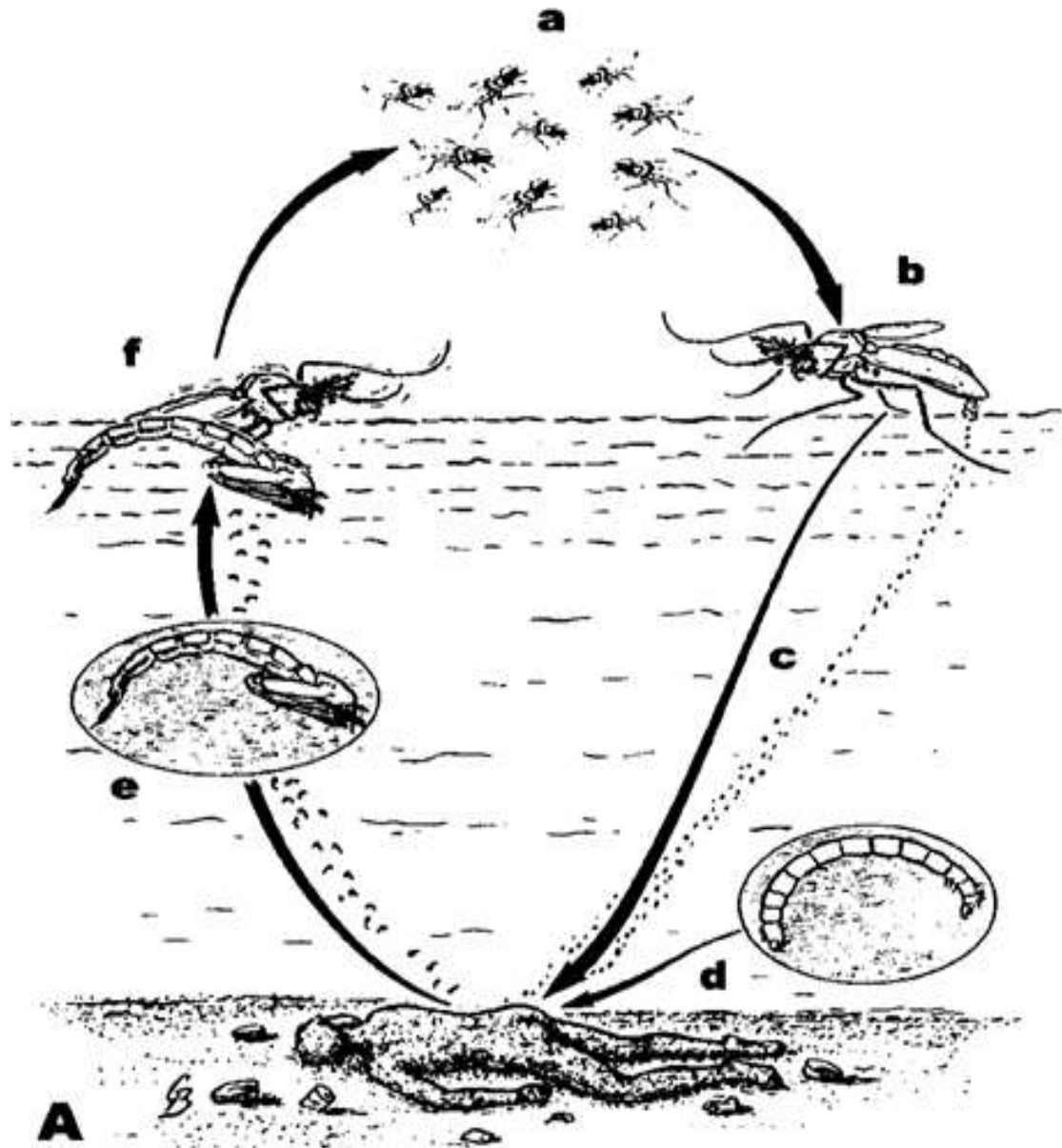
---

**Mouches (Ordre : diptères)** : plus de la moitié de toutes les espèces connues d'insectes aquatiques sont des diptères, avec des moucheron (Famille :Chironomidae) Constituant la plus grande famille d'insectes d'eau douce. De nombreuses familles de diptères qui ont des représentants aquatiques sont en grande partie composés d'espèces qui vivent dans l'eau sous forme de larves. Il s'agit notamment des sources thermales, des gisements de pétrole et des lacs salins. Cet ordre contient les insectes colonisateurs les plus réussis du milieu intertidal marin.

Les moucheron chironomiques intéressent particulièrement les enquêteurs judiciaires en raison de leur diversité et de leur présence dans presque tous les habitats aquatiques (figure).



**Figure 12:** Moucheron non piqueurs : un exemple de Chironomidés( Gennard,2012)



**Figure 13:** Cycle de vie schématique généralisé d'un cécidomyie chironomidé (Diptera: Chironomidae) colonisant un cadavre humain. Pour l'explication.(Jason H. ByrdJames L. Castner,2001)

# Chapitre II

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

---

### Chapitre II : Présentation de la région du haut Cheliff

D'abord la situation géographique de la région de la haut Chélif est présentée. Ensuite leurs facteurs abiotiques et biotiques sont développés.

#### II 1. - Localisation géographique de la région de haut Chélif

La zone d'étude correspond au Bassin du Haut Chélif, ou bien appelé aussi sous le nom de la plaine de Khemis Miliana. Elle est située à environ 120 km au Sud-ouest de la capitale Alger et fait partie du bassin hydrographique de Chélif.(figure 14). Elle couvre une superficie de 359 Km<sup>2</sup> et un périmètre de 159 Km, caractérisée par une altitude moyenne de 270 m. (Kartoubi Mohamed *et al*, 2017) . À plaine du Haut Chélif, est située entre 36°10' et 36°20' de latitude Nord et 2°00' et 2°25' de longitude Est. Limitée au Nord par les monts du Zaccar (1576 m), au Sud par les contreforts de l'Ouarsenis (1700 m), à l'Ouest par le massif de Doui et à l'Est par le seuil de Djendel. La plaine alluviale du haut Chélif est une vocation agricole, avec des activités agricoles importantes située dans la vallée de l'oued Chélif, et un grand nombre des habitants.(Bouderbala a Gharbi, 2017).Elle est abordée naturellement :

- ✓ Au Nord par le bassin du Côtier Dahra.
- ✓ Au Sud par le bassin amont du Cheliff.
- ✓ A l'Est par le bassin hydrographique de l'Algérois.
- ✓ A l'Ouest par le bassin du Moyen Cheliff

#### -Facteurs abiotiques de la région d'étude

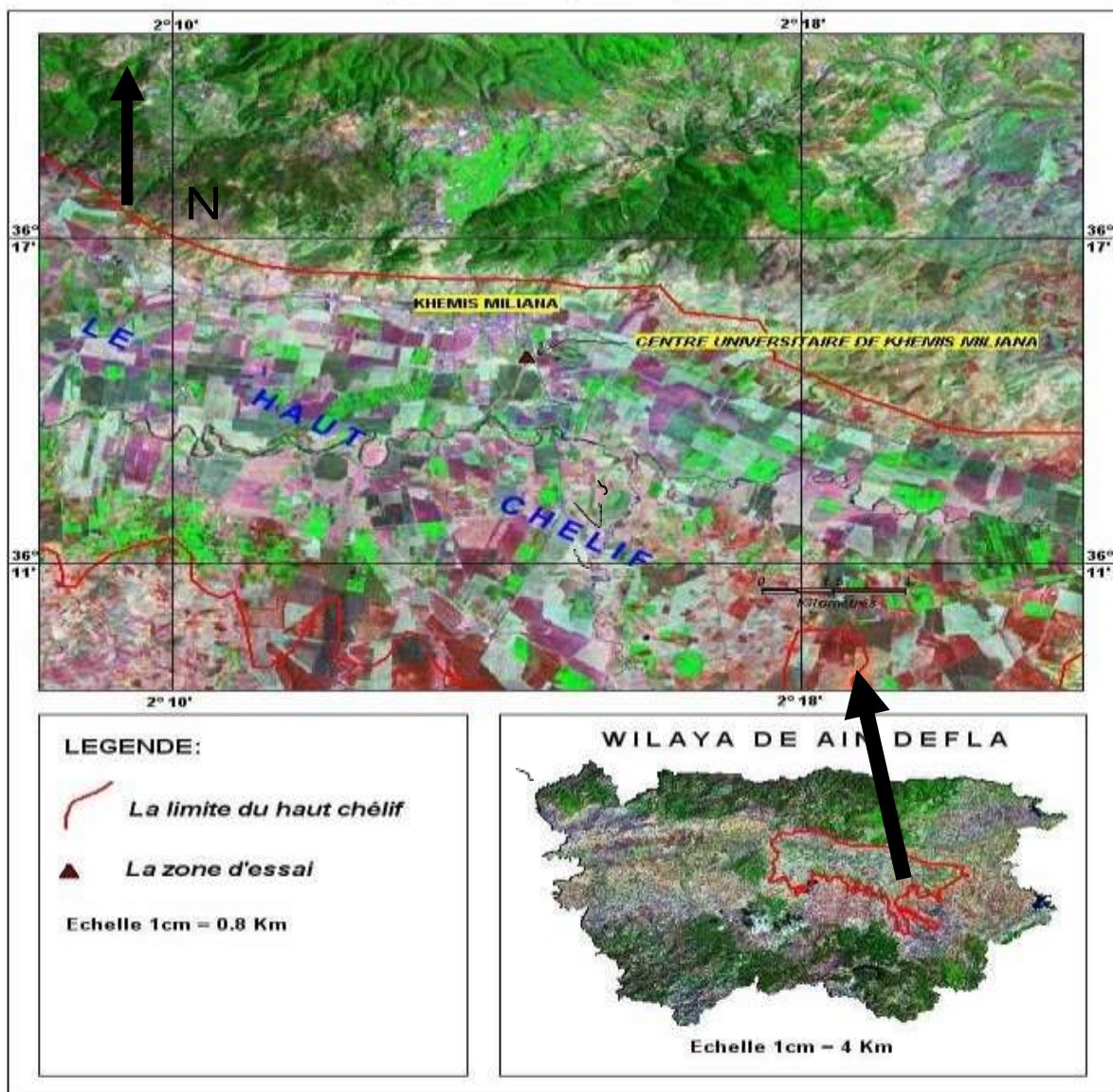
Les facteurs abiotiques, c'est l'ensemble des facteurs qui agissent sur les êtres vivants sont d'ordres édaphique et climatique. Ce dernier est universel et très important.

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

### - Facteurs édaphiques de haut Chélif

#### II.2.1.1.-Données géologiques de la région d'étude

La plaine de haut Chélif forme un synclinal d'orientation ouest-est dans l'Atlas Tellien. La succession stratigraphique dans la zone d'étude des formations plus anciennes aux formations récentes est la suivante. (Bouderbala et Gharbi, 2017). Selon le même auteur,



**Figure 14** : Situation de la zone d'étude sous une image satellitaire (Juin2004)  
Source :CU EIKhemis



## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

---

le primaire est observé dans le massif de Zaccar et de Doui, il est formé par l'alternance de schiste noir, d'argile et de quartzite. Il est surmonté par le Trias qui se caractérise par des formations massives de gypse et de dolomite, observées dans le Montagne Ouarsenis. Le Jurassique du massif du Zaccar est représenté par le calcaire, la dolomite et d'autres roches carbonatées. Cependant, les formations jurassiques du massif de Doui sont principalement constituées de calcaire dolomitique. L'épaisseur de Jurassique peut atteindre 1000 m.

### II.2.1.2. - Quelques aspects sur les Données Pédologiques

Legoupil, Parle que ; les sols du Haut Chéiff sont des sols alluviaux récents ou colluviaux dominés par 80 % d'éléments fins caractéristiques des terres fortes (Legoupil, 1974). Ces sols lourds, sont caractérisés par une perméabilité faible. Par ailleurs, la plaine du haut Chéiff est constituée par des alluvions récentes provenant du Cheliff et ses alluvions et formée de galets, graviers, sables sous-jacents à des niveaux argileux et limoneux principalement répartie dans la vallée de l'oued(Madi et al, 2018). Selon RAMADE (2009), le sol est un élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère.

#### - Facteurs climatiques

Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude sont liées aux changements Température mensuelles, précipitations et le vent.

#### - Variations des températures

L'étude de la Variations de température, est très importante, qui joue le rôle comme un facteur limitant de tout premier ordre, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, synthétiques et fermentaires et conditionne de ce fait la répartition de l'ensemble des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2009). Chaque espèce ne peut subsister que dans un certain intervalle de températures limité par deux niveaux létaux l'un minimal et l'autre maximal.

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

Le climat du Haut Chélif est de type méditerranéen avec un caractère de continentalité, est marqué par un été chaud et sec, un hiver froid et assez pluvieux, un printemps écourté (avril-mai), un automne très bref en octobre (Legoupil, 1974). Et ce, malgré que de la proximité de la mer environ de 120 km.

Les températures moyennes des maxima et des minima de la région de haut Chélif pour l'année 2020 sont regroupées dans le tableau 3.

**Tableau 3** – Valeurs des températures mensuelles moyennes minimales et maximales de la région de haut Chélif

Paramètres	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M ° C.	10,7	15,4	17,5	18,4	24,1	31,9	36	35,5	30,6	24,9	8,6	14,7
m. ° C.	4,3	5,6	8,2	9,3	12,7	18,5	22,9	22,5	18,2	14	13,1	8,7
(M + m)/2	7,9	11	13,5	14,8	20	27,1	31	30	25,4	20,2	11,2	12

(Tutiempo, 2019)

M : Moyenne mensuelle des températures maxima

m. : Moyenne mensuelle des températures minima

(M + m) / 2 : Moyenne mensuelle des températures

Les moyennes thermiques mensuelles de l'année 2019 montrent que la plus basse valeur est de 7.9° C. en janvier (Tab. 3), alors que le mois d'août est le plus chaud avec 31° C.

### II.3.1.2.- Pluviométrie

la pluviométrie est un facteur écologique essentielle pour la répartition de la faune et la flore dans l'écosystème . C'est l'ensemble des précipitations peut sous forme de pluie, de grêle ou de neige qui se produisent sur une aire géographique et pendant une période données. C'est la raison qui explique l'analyse de bio climat de la région d'étude.

Les précipitations mensuelles de la région de haut Chélif en 2019 sont rassemblées dans le tableau 4.

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

**Tableau 4** – Précipitations mensuelles en 2020 dans la région de la haut Chélif

Paramètres	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
P (mm)	147,8	59,18	64,51	117,59	19,3	2,54	3,3	0,25	88,39	21,07	148,36	29,97

(Tutiempo, 2019)

P: Précipitations mensuelles de la région exprimées en millimètres (mm).

Le total des précipitations est égal à 702,89 mm (Tab. 4). Le mois le plus humide est novembre avec 148,36 mm de pluie. Et le plus sec est aout avec 0,25 mm.

### II.3.1.3. –Vents

Permis l'un des facteurs écologique limitant qu'influence sur l'activité des différentes espèces d'insectes surtout dans les cas lorsqu'il est violent, ils interviennent dans le transport des insectes sur plusieurs milliers de kilomètres de distance constituant pour certaines espèces des modes de colonisation efficaces (DAJOZ, 1985 ; LEVEQUE, 2001). Et en plus, le vent a un rôle important à l'échelle climatique, car il influe sur d'autres paramètres tels que la température, l'humidité de l'air et l'évapotranspiration, Effectivement, le séchage par les faits de ce processus conduit à une dégradation et le déplacement de volumes élevés des particules organiques et inorganiques. Les valeurs des vitesses des vents au cours de l'année 2020 dans la région de haut Chélif sont rassemblées dans le tableau 05.

**Tableau 5** – Valeurs des vitesses mensuelles des vents forts en m/s de la région de haut Chélif :

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V. max. (Km/h)	11	11	13,6	11	12,8	16,8	23,3	22	19	15,8	15	13,8

(Tutiempo, 2019)

V. max. (km/h) : Vitesse du vent maximale en kilomètres par heure

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

---

Il est à remarquer que les vitesses des vents forts en 2020 se situent entre 11 à 23,3 km/h. D'après le tableau ci-dessus les vitesses moyennes du vent enregistrées dans la région de haut Chélif, il est remarqué que la vitesse mensuelle des vents varie, avec une valeur maximale de 23,3 Km/h au mois de juillet et une valeur minimale de 11 km/h au mois de janvier, février et avec des directions E-NE à N-NW. Ces valeurs montrent que notre région d'étude présente des vents fortes ou modérés. Les vents de la région d'El Khemiss sont très fréquents et dont la vitesse varie entre 0.5 à 2.5 m/s leur direction varie avec la saison.

En hiver les vents dominants sont de direction Ouest.

En été les vents dominant sont de direction Est.

### . II.4.1.-Synthèse climatique

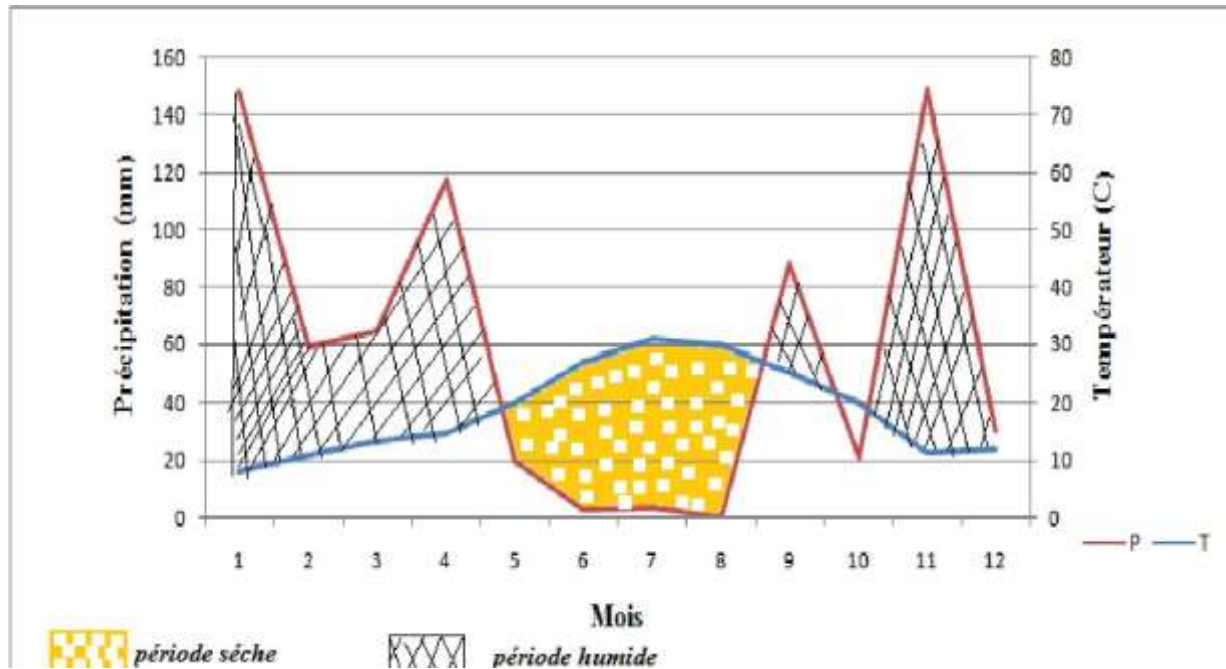
Afin de mieux caractériser les climats de la région d'étude, et pour déterminer l'étage bioclimatique ainsi que sa période de sécheresse ne peuvent être déterminés qu'à partir de la synthèse entre deux paramètres climatiques tels que la température et la pluviométrie. La construction du diagramme ombrothermique de Gaussen apparaît nécessaire.

### II.4.2- Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche.

Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle que sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température ( $P = 2T$ ).

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen (1953) ou le climagramme pluviométrique de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période sèches et humides d'une région. Le diagramme Ombrothermique de l'année concernée montre que la période séchée est, elle s'étale sur environ (04 mois) allant du début du mois d'avril jusqu'à le mois de septembre la Période humide qui représente les mois pluvieux et ayant la basse température, au cours de cette année. Elle commence à partir du mois novembre et se termine au mois d'avril (6 mois).



**Fig.16- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson dans la région de haut Chélif pour l'année 2019**

### II.4.3-Climagrammepluviothermique d'Emberger

Pour préciser le climat de la région, nous allons utiliser le climagramme de L. Emberger sur lequel nous avons reporté les données des stations choisies. Le climagramme proposé par Emberger pour caractériser la sécheresse d'un climat s'appuie lors de son calcul sur la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid et la hauteur moyenne annuelle des précipitations, il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (DAJOZ, 1985). Le calcul du quotient Q2 est possible grâce à l'équation modifiée de STEWART (1969), adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suivante :

$$Q2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

Q<sub>2</sub> : Quotient pluviométrique d'Emberger

P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud

m. : Moyenne des températures minima du mois le plus froid

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

---

Le quotient pluviométrique Q2 calculé pour la région de haut Chélif, à partir d'une période de 13 ans (2000 – 2013) est égal à 35,07. En projetant cette valeur sur le climagramme d'Emberger, cette région apparaît dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Fig. 17). Les caractéristiques bioclimatiques de la station de haut Chélif sont mentionnées dans le:

Q2 : Quotient pluviothermique d'Emberger

P : Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid

La valeur du quotient pluviométrique calculée est égale à 35,07 avec une pluviométrie Moyenne 280.3 mm et une température moyenne 31.40 °C (Tab. 6). De ce fait, la région de haut Chélif fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux.

**Tableau 06** – Caractéristiques bioclimatiques de la station de khmismiliana.

<b>Caractéristiques bioclimatiques</b>				
<b>P (mm)</b>	<b>M (°C)</b>	<b>m (°C)</b>	<b>Q2</b>	<b>Bioclimat</b>
280.3	31.40	3.99	35.07	Semi-aride à hiver doux

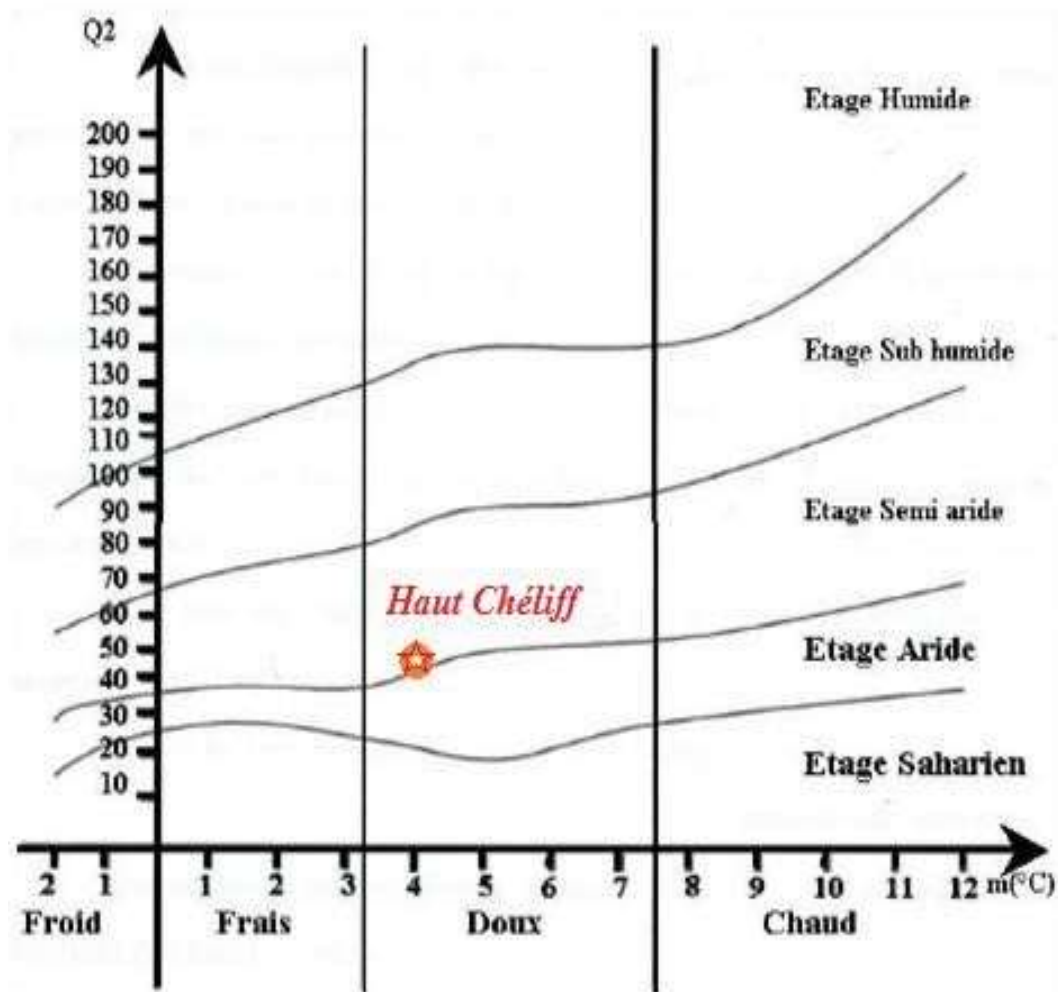


Fig. 17- Place dans le diagramme d'Emberger dans la région de haut Chélif. (2002 – 2013)

### - Facteurs biotiques de la région d'étude :

Dans ce paragraphe, les données bibliographiques concernent la flore et la faune de la région d'étude.

### - Données bibliographiques sur la flore de la région de haut Chélif

La superficie forestière totale de notre zone d'étude sur 454 428 hectares (superficie totale de la Wilaya) est de 132 709 hectares et le taux de boisement est de 29 %. (DAS, 2016). La situation géographique de la région d'étude et ses ressources naturelles (climat, sol, eau) et de vastes superficies de terres agricoles ont conduit à la diversité de la végétation et à

## Chapitre II Présentation de la région du haut Cheliff

---

l'épanouissement de l'agriculture. Il existe de nombreux types de cultures : arboriculture, maraîchage et céréales.

Notre bassin versant possède une couverture végétale assez maigre mais l'Alfa (*Stipa Tenacissima*). Des cultures maraîchères ainsi que la culture de l'orge et du blé y sont pratiquées. (SOUAÏKEUR, 2016)

### **–Le Réseau Hydrographique de a région de haut Chélif**

D'un point de vue hydrologique, le bassin-versant du Haut Chélif est drainé par la vallée principale du Cherif, qui reçoit des affluents, qui constituent la zone de prise d'eau alluviale. Il s'agit de Oued Souffay, Oued Raihene, Oued Boutane dans la partie nord du bassin-versant et Oued Deurdeur, Oued Massine, Oued Djelida et Oued Harreza dans la partie sud du bassin versant. Ils sont collectés au centre de la plaine par l'Oued Cheliff qui draine toute l'eau du bassin-versant vers l'exutoire du Seuil de Doui (Bettahar. 2012).



# **Chapitre III**

## **Matériel et méthodes**

### Chapitre III– Matériel et méthodes

Au début de cette étude, la première chose à faire est de choisir et la description des stations approprié pour mener les travaux appliqués sur le terrain, et étant donné que nous n'avons pas pu mettre en œuvre cette étude en raison des conditions actuelles liées à le confinement, nous nous sommes contentés d'élaborer un plan de travail basé sur plusieurs études précédemment réalisées sur le même sujet. Les différentes étapes des techniques adoptées, par la suite les techniques d'échantillonnages utilisés d'une part sur le terrain et d'autre part les méthodes employées au laboratoire sont exposées.

#### III.1-Choix et description des stations d'étude

Ce travail a été programmé de réaliser en deux sites : partie expérimentale à la commune de khemissmiliana, et pour le parti laboratoire au niveau du laboratoire d'entomologie du département de médecine légale au sein de l'institut national de criminologie et de criminalistique de la gendarmerie nationale (INCC/GN),Ce laboratoire utilise les insectes à des fins juridiques et sont utilisés avec différentesmanières afin d'aider à résoudre un crime. Cependant l'objectif principal est d'estimer la datede la mort .

Un site choisit pour le prélèvement des insectes se trouve dans la ville de khemissmiliana à l'université de DjelaliBounaama à Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre. Nous avons décidé qu'en réalisent les deux expériences dans le même site, avec une distance de quelques mètres entre les deux zone d'installation d'équipements. Dans un espace ouvert.

#### III.2.Présentation du modèle biologique

Le lapin (*Oryctolagus cuniculus* L.)est une espèce de mammifère herbivore ,Les lapins mangent de l'herbe et d'autres plantes herbacées .Ils peuvent être très sélectifs dans leur choix de nourriture, pratiquer la coprophagie et fermenter les aliments dans l'intestin postérieur.ont été utilisés pour cet essai. Ces animaux ont été choisis car ils sont suffisamment grands pour soutenir notre étude de cas et un nombre et une diversité considérables d'insectes charognards (Meriem Taleb et al, 2017).de ce point de vue, le lapin est utilisé comme modèle expérimental en recherche médicale.



**Figure 19** :Modele biologique(*Oryctolagus cuniculus L.*).(BELKHIRI ,2018)

Deux carcasses de lapins domestiques vivants environ de 2,55 kg ont été utilisées au cours de cette étude.

### III.2.1- Méthodologie de travail

Afin d'étudier la décomposition différentielle à l'air libre : le milieu terrestre, et dans un milieu aquatique(l'eau salée), un spécimen ont été placés dans chacun des deux milieux en même temps et ont pu se décomposer. Les spécimens ont été observés tout au long du processus.

Cette recherche était conforme à toutes les directives, réglementations, législations et codes nationaux pertinents ,Les animaux ont été euthanasiés par une méthode de commotion cérébrale. Cela impliquait de frapper l'arrière de la tête, ce qui provoquait directement une perte de conscience instantanée. Par choc physique au cerveau, la mort est survenue immédiatement. Si elle est correctement exécutée, cette méthode est considérée comme plus humaine que les méthodes chimiques Les carcasses ont été placées quinze à trente minutes après la mort(Meriem Taleb et al, 2017).

### III.2.3-Matériel de terrain

Pour la réalisation de ce travail, nous avons eu besoin de :deux lapins d'un poids corporel allant de 2 jusqu'au 2.5 Kg, des cages métalliques des mailles de 2 cm de diamètre qui laisse passer les insectes, grande bassine en plastique de 75 L (Bac pâturage), pompes a air d'aquarium, des gants chirurgicaux et bavettes. Pince brucelles rigide en plastique. Des

flacons et des récipients en plastique avec couvercle. Pièges pour les insectes volants (piège barber, piège de récipient jaune). Thermo hygromètre et un appareil photo numérique.

### III.2.4- Matériel de laboratoire

- Loupe binoculaire (agrandissement 50x) ;
- Pincettes, scalpel, ciseaux, aiguille montée ;
- Boîtes en plastique pour l'élevage (23 x 33 x 10 cm) ;
- Épingles entomologiques n°1-2, minuties 15mm ;
- Paillettes ou étiquettes en carton (pour coller les Coléoptères) ;
- Bâtonnets de polypores (montages par minutie) ;
- GC / MS : Un chromatographe TRACE GC ULTRA THERMO équipé d'une colonne 5MS (longueur 30 m, diamètre intérieur 0,25 mm et épaisseur du film 0,25  $\mu\text{m}$ ), couplé à un spectromètre de masse D.S.QII THERMO).

L'échantillonnage exige souvent la mise en œuvre de plusieurs méthodes de collecte de données sur le terrain. Il est associé à des techniques employées au laboratoire.

### III.3.1- Protocole

Durant ces expérimentations, on s'est intéressé à étudier le processus de la décomposition des cadavres des lapins, dans un milieu terrestre et un autre milieu aquatique (l'eau salée) l'identification de la faune cadavérique apparaît après le sacrifice des animaux.

La méthodologie suivie comprend plusieurs volets à savoir, préparation et aménagement du terrain, sacrifice des animaux, les observations journalières, la photographie, la collecte et le conditionnement des insectes et des larves puis le transport et l'élevage des insectes selon les techniques rapportés par le laboratoire d'entomologie à l'INCC/GN( BELKHIRI) .

### III 3.2- Préparation et aménagement du terrain

Pour le dépôt de cadavre sur terre à l'air libre on a préparé une superficie d'environ un mètre carré, puis ils ont entouré par d'une cage métallique fabriquée en utilisant un grillage métallique de mailles d'un diamètre qui permettaient l'accès des insectes au cadavre tout en

### Chapitre III Matériel et méthodes

---

empêchant les prédateurs d'y entrer les Figures 20 et 21 représente les différentes étapes de la préparation. Ce cage a été conçu de sorte que toute manipulation et prélèvement se passent d'une manière souple et facile au même temps elles ont été sécurisées afin de protéger les pièges .

Le cadavre du deuxième lapin est placé dans un bassin en plastique d'une capacité de 75 litres d'eau de mer. et recouverte d'un grillage en fer avec de petites mailles de 1cm de diamètre afin de les protéger d'éventuels prédateurs.



**Figure 21** : Un exemple d'une étude qui a été fait montrant le principe du travail (Laura E. Ayers, B.A. ,2010)

Citant une étude , La méthode de notation de la décomposition aquatique de Van Daalen<sup>13</sup> a été utilisée pour mesurer la décomposition et pour différencier les différentes étapes de décomposition. Le modèle de décomposition a été étudié et les carcasses ont été examinées pour les insectes au cours de chaque saison (initialement deux fois par jour jusqu'aux deux premières étapes, et quotidiennement par la suite). La température de l'eau a été surveillée et enregistrée quotidiennement à l'aide d'un thermo-hygromètre. Des photographies du site de recherche, ainsi que des carcasses, ont été prises à l'aide d'un appareil photo Canon.

Les espèces d'insectes trouvées autour de chaque carcasse ont été collectées et les spécimens adultes ont été conservés dans 80% d'éthanol. La carcasse a ensuite été sortie de l'eau et placée sur le couvercle de la cage. La carcasse entière a été soigneusement examinée pour la présence d'insectes aquatiques et terrestres, puis ils ont été collectés et conservés dans

80% et 90% d'éthanol, respectivement, pour une identification ultérieure. Des larves de diptères terrestres vivantes ont également été collectées, les insectes aquatiques ont été identifiés à l'aide de diverses clés d'identification jusqu'au niveau de l'ordre.

### III.3.3- Techniques d'échantillonnages sur le terrain

L'échantillonnage doit généralement mettre en œuvre les méthodes suivantes Collecte de données supplémentaires. dans ce travail, Les techniques utilisées comprennent l'utilisation de pots de barbier pour l'interception, l'utilisation de décapants de colle pour la récolte, l'utilisation de panneaux jaunes pour la récolte et l'utilisation de la récolte manuelle ou de la récolte manuelle (BENSAADA,2015).

#### III.3.3.1- Utilisation de la Technique des pots Barber

Après avoir la description de la méthode des cartons englués, les avantages et les inconvénients de leurs utilisations sont exposés.

- Description de la méthode des pièges à glu :

Ce sont des récipients en métal ou en matière plastique. Dans le cas présent les pots-pièges utilisés sont des boîtes de conserve récupérées de 1 dm<sup>3</sup> de volume chacune. Celles-ci sont enterrées verticalement de façon à ce que leurs ouvertures se retrouvent au ras du sol. Soigneusement la terre est tassée tout autour, afin d'éviter l'effet de barrière pour les petites espèces. Chaque piège est rempli d'eau jusqu'au tiers de sa hauteur Une pincée de détergent est versée dans chaque pot-piège. Ce savon joue le rôle de mouillant pour empêcher les espèces capturées de sortir du piège. Lors de la technique classique dix pots Barber sont installés en ligne à intervalles réguliers de 5 m. Au bout de 24 heures les contenus de 8 pots enterrés sont récupérés . Les échantillons obtenus sont mis dans des boîtes de Pétri portant des étiquettes sur lesquelles sont indiqués le numéro du piège enterré, la date de piégeage et l'emplacement par rapport aux quatre directions et à la distance qui le sépare du cadavre. A l'aide d'une loupe binoculaire et des clés de détermination, le matériel biologique est déterminé au laboratoire.

### III.3.3.2- Avantages de la technique

La mise en place de pièges enterrés sur site est intéressante car elle est facile à mettre en place et nécessite très peu de matériel. En fait, vous n'avez besoin que de 10 bacs de récupération d'une capacité de 1dm<sup>3</sup>, d'une pioche, d'un pot rempli d'eau et d'une petite quantité de savon. La technologie permet Les espèces qui capturent tous les arthropodes, y compris Insecta, la plupart d'entre eux peuvent marcher ou même voler pendant la journée, et ils seront attirés par la lumière clignotante de l'eau. Il est efficace car il intercepte non seulement les invertébrés mais également les petits vertébrés tels que les grenouilles, les souris, les jeunes rats et les musaraignes ( BENSAADA,2015).

### III.3.3.3-Inconvénients de la méthode des pots Barber

Cependant, la mise en place de cette technique se heurte à quelques inconvénients. Effectivement, lorsqu'il pleut, les pots-pièges risquent d'être inondés. Le trop plein s'écoule à l'extérieur des boîtes entraînant les insectes piégés. De même, au Sahara, le sable soulevé par le vent peut remplir les pots Barber, ce qui va réduire l'efficacité du piège. Pour éviter cet inconvénient, il suffit de placer au dessus du piège une pierre plate, surélevée par 2 ou 3 cailloux pour permettre le passage des Arthropodes (SAIFI ,2016).

### III.3.4.1- Emploi des assiettes colorées

La méthode des assiettes jaunes est décrite. Sa description est suivie par ses avantages et ses inconvénients.

Selon la méthode de LAMOTTE et BOURLIERE (1968), cette méthode consiste à utiliser un récipient transparent ou opaque (coloré ou incolore) et à le remplir d'eau contenant une petite quantité de détergent mouillant. Cette technique attire les insectes volants à travers l'eau elle-même ou le scintillement de la lumière du soleil (VILLIERS, 1977). Bien entendu, la couleur du contenant a une forte influence. En effet, le jaune citron est une teinte très avantageuse, plus attractive pour les arthropodes que les autres couleurs. Le contenu des plateaux colorés doit être collecté au moins une fois tous les 7 jours, et les insectes piégés doivent être placés dans de l'éthanol à 70 ° avant le tri (MATILE, 1993). Evidemment, les pièges colorés sont attractifs par leurs couleurs d'une part, attractifs en termes de présence d'eau d'autre part. L'eau est un élément important des insectes et la plupart des espèces la recherchent activement

. Puis 48 heures plus tard, verser le contenu de chaque assiette dans une passoire, mettre les espèces capturées dans de l'alcool à 70 ° dans une bouteille en plastique, et indiquer la date et le lieu. Les échantillons sont envoyés au laboratoire pour classification et détermination.

### **III.3.4.2- Les avantages de la technique des assiettes jaune**

Tout d'abord, les insectes qui tombent dans des contenants colorés auront du mal. Puis ils sont restés coincés dans l'eau. Il est facile de les récupérer plus tard (VILLIERS, 1977). Les plaques colorées sont des outils très utiles, tant que leurs conditions d'utilisation sont optimisées, des comparaisons entre biomes peuvent être faites (BENKHELIL, 1992). Selon le même auteur, ils sont très efficaces et méritent d'être poursuivis, car ils contribuent grandement à une meilleure compréhension des populations entomologiques, les assiettes jaune en plastique est bon marché. En revanche, la collecte de spécimens est très simple. Il faut se rappeler que ce type de piège ne nécessite aucune source d'énergie. Par conséquent, il peut être installé même dans des endroits éloignés, en particulier au milieu de la forêt, sur les prairies et même dans l'environnement désertique. Cette technique est très simple à utiliser et la collecte de spécimens d'insectes est généralement meilleure.

### **III.3.4.3- Inconvénients de la méthode des pièges jaunes**

la couleur jaune du comprimé provoquera un certain Sélectivité envers les invertébrés. En conséquence, l'échantillon n'est pas quantitativement représentatif. L'efficacité des pièges jaunes dépend principalement de l'intensité de la fuite des insectes. En pratique, cela dépend en conséquence du niveau de température et de la durée d'ensoleillement. De plus, le panneau jaune ne peut attirer les insectes volants que dans un petit rayon d'action (seulement 30 à 40) Cm, d'après LAMOTTE (1969). Il ne faut pas oublier que si les échantillons immergés restent trop longtemps dans l'eau, ils se décomposent et s'avèrent inutilisables pendant le processus de mesure et de collecte (VILLIERS, 1977).



*Chapitre IV*  
*Discussion*

### *Chapitre IV : Discussion*

Des différences dans l'intervalle d'immersion post- mortem ont été observées selon une saison spécifique. Cela était dû aux variations de la température de l'eau au cours des quatre-saisons. Au début, six stades de décomposition ont été observés par Payne et King (Payne JA, King EW, 1972). et plus tard, ces stades ont été révisés et réduits à cinq parce que distinguer les deux derniers stades était très difficile. Dans cette étude, cinq stades de décomposition ont été observés ; et ceux-ci ont été submergés frais, flottant tôt, la désintégration flottante, la désintégration flottante avancée, et les restes coulés. Contrairement à cette étude, Merritt et Wallace (Merritt RW, Wallace JR, 2001 ) ont étudié six stades de décomposition. Barrios et Wolff ont également étudié la colonisation de l'entomofaune dans des carcasses de porcs dans deux habitats d'eau douce en Colombie. Contrairement à cette étude, six stades de décomposition ont été observés dans les deux systèmes d'eau, tandis que cinq stades de décomposition ont été notés dans la présente étude. Un retard de décomposition a été observé dans le milieu aquatique par rapport au milieu terrestre (Payen JA, 1965 ; Tomberlin JK, and Adler PH ; 1998) en raison de la réduction de la température de l'eau et du retard de la succession terrestre attribuable aux carcasses submergées. Période de décomposition et association d'insectes. En outre, dans un environnement aquatique, la durée de décomposition varie considérablement lorsqu'il s'agit de la spécificité de la saison. Divers paramètres ont été étudiés, comme le poids de la carcasse, la température de l'air, la température de l'eau, l'humidité, etc. Divers signes de décomposition ont été étudiés en milieu aquatique dans des carcasses de porcs, c.-à-d. Ballonnements, indentations de fils, décollement de la peau, excrétion de poils, activité d'insectes, désarticulation, odeur purifiante, noircissement de la peau, etc. Les changements se sont produits différemment au cours des différentes saisons, car la température de l'eau a grandement influé sur le processus de décomposition au cours des diverses saisons.

Au stade frais de la décomposition, les carcasses ont été immergées dans l'eau et, par conséquent, aucune activité spécifique d'insectes terrestres n'a été observée à ce stade. Une activité minimale d'association d'insectes a été observée à ce stade. Les larves de chironomes étaient probablement les premiers insectes aquatiques associés au stade frais de la présente étude. Dans la présente étude, les larves de nombreuses familles d'odonates, telles qu'Aeshnidae, Gomphidae, Libellulidae, étaient également présentes au début de la période de flottaison.

## Discussion

---

De nombreuses familles d'insectes des ordres Diptères (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae), Coleoptera (Dytiscidae : Laccophilus sp. Hydrophorus sp. Hydroglyphus sp.), Noteridae (Canthydrhagus laetabilis), Tenebrionidae (Gonocephalus sp.), Hydrophilidae (Enochrus suriens, Walker), et Histeridae (Saprinus sp.) ont été découverts depuis les premiers stades flottants jusqu'aux stades flottants de désintégration, comme on l'a vu dans de nombreuses autres études. (Anderson GS, Hobischak NR, 2004 ; Keiper JB, Chapman EG, Foote, BA, 1997) mais la présence d'insectes aquatiques dans une carcasse en décomposition a été omise dans l'étude de (Chin et al, 2008) qui ne correspond pas à la présente étude. L'étude menée par Tomberlin et Adler (Tomberlin JK, and Adler PH, 1998) a révélé une association de la plupart des espèces terrestres des familles des Staphylinidae et des Silphidae avec les carcasses lorsque les carcasses flottaient sur l'eau à différents stades. Un certain nombre d'espèces d'insectes aquatiques (en particulier les larves d'odonates et les coléoptères aquatiques) étaient associées avec les carcasses même lorsque les carcasses ont coulé dans l'eau. Elles améliorent ou, en fait, terminent le processus de décomposition. Il faut donc se concentrer davantage sur les espèces d'insectes aquatiques associées les carcasses et les espèces terrestres lors de l'étude des corps noyés. Certaines espèces d'insectes aquatiques (Chironomidés et coléoptères aquatiques, p. ex. Hydrophilidae, Dytiscidae, Noteridae) terminent leur cycle de vie sur la carcasse dans des conditions aquatiques. Il faut donc mener davantage de recherches sur ces insectes aquatiques pour estimer correctement l'intervalle de submersion post-mortem dans les enquêtes judiciaires.

# *Conclusion*

## Conclusion

---

### Conclusion :

En conclus que les milieux aquatiques ne sont pas inaccessibles aux insectes terrestres associés aux cadavres. Dans la présente étude, la faune terrestre a visité les cadavres pendant la phase flottante en raison de la pression gazeuse interne accumulée dans les corps. On a découvert que des insectes terrestres étaient associés aux carcasses jusqu'à ce que les carcasses commencent à retomber dans l'eau. Lorsque les carcasses ont recommencé à s'enfoncer dans l'eau, les larves d'insectes terrestres ont commencé à s'éloigner des corps (ont commencé à se rassembler au-dessus des coins du réservoir d'eau) à la recherche d'une voie d'évacuation. Dans leurs recherches, a observé le même scénario, où des asticots ont commencé à migrer hors de la carcasse partiellement submergée. Après le quatrième stade de décomposition de la carcasse, des larves d'insectes terrestres morts ont également été retrouvées au-dessus de la carcasse, ce qui suggère que les insectes terrestres peuvent aider dans les enquêtes médico-légales seulement lorsque le corps flotte au-dessus de l'eau. On a constaté que les espèces d'insectes aquatiques associées aux carcasses dans cette étude étaient plus nombreuses que la faune terrestre, ce qui montre une similitude avec les recherches menées par Payen et King. En se revanche, a trouvé plus d'espèces d'insectes terrestres que la faune aquatique. Ont mené une recherche dans laquelle les porcelets étaient utilisés comme modèles animaux, et beaucoup d'espèces de l'entomofaune aquatique

. Le fait que les charognards aquatiques ne soient pas présents dans les études expérimentales doit être pris en compte, car leur absence pourrait ralentir la décomposition. Une distinction entre l'eau salée et l'eau douce n'est généralement pas faite dans la littérature, ce qui mène généralement à une hypothèse fausse que toute décomposition aquatique est la même. Étant donné que tous les facteurs influant sur la décomposition aquatique (contenu bactérien, température, salinité et détritivores) diffèrent entre l'eau salée et l'eau douce, il est logique que les taux de décomposition diffèrent grandement entre eux. Est le seul à différencier les taux de décomposition de l'eau salée et de l'eau douce, indiquant qu'un corps dans un environnement d'eau salée se décomposera plus lentement qu'un corps dans un environnement d'eau douce en raison de la réduction de l'action bactérienne en raison de la concentration de sel. Cette observation est énoncée comme un fait, sans référence à la recherche ou à la preuve expérimentale. Les facteurs qui influent sur la vitesse de décomposition dans les milieux aquatiques sont la température de l'eau, le milieu aquatique, le poids corporel et la santé globale de la personne. Il affirme également que des températures plus froides ralentiront la décomposition, comparativement à des eaux plus tièdes, et que l'eau

## **Conclusion**

---

stagnante accélère la décomposition au-dessus d'un cours d'eau ou d'un milieu d'eau qui coule. Crée en outre une horloge ou une séquence de décomposition, expliquant et décrivant les résultats typiques pour les deux premières semaines après la submersion. En comparaison avec des observations anecdotiques, les études de cas publiées ont également peu de valeur expérimentale.

## Listes des tableaux

---

### Listes des tableaux

**Tableau 1--** Phases de décomposition dans les milieux aquatiques (Barbara H. Stuart et Maiken Ueland ,2017)

**Tableau 2-**Les travailleurs de la mort se succédant sur un corps à l'air libre (Leclercq 1978).

**Tableau 3--** Valeurs des températures mensuelles moyennes minimales et maximales de la région de haut Chéiff

**Tableau 4-** Précipitations mensuelles en 2020 dans la région de la haut Chéiff

**Tableau 5-** Valeurs des vitesses mensuelles des vents forts en m/s de la région de haut Chéiff

**Tableau 6-** Caractéristiques bioclimatiques de la station de khmismiliana.

## Liste des figures

---

### Liste des figures

**Figure 1-**A comparison of the stages of decomposition on land and in the water. Byrd J.H., Castner J.L. (2001).

**Figure 2-**Calliphoridae et Muscidae (Filali, 2010)

**Figure 3-**Sarcophagidae (Filali, 2010)

**Figure 4-** *Dermestidesperuvianus* (Filali, 2010)

**Figure 5-***Piophilacasei*(mouche de fromage) Piophilidae (Filali, 2010)

**Figure 6-**Histeridae

**Figure 7-** Acariens (Filali, 2010)

**Figure 8-** Un lucane (Filali, 2010)

**Figure 9-**Ptinidae (Filali, 2010)

**Figure 10-** Schéma de la chaîne alimentaire d'insectes médico-légaux dans un environnement lacustre montrant un cas où des asticots de la mouche colonisant un corps ont quitté le corps dans l'eau. Des têtards ont été observés se nourrissant d'asticots puis mangés par les poissons. Des poissons ont également été observés se nourrissant d'asticots. (Jason H. Byrd James L. Castner,2001)

**Figure 11-**Ephemeroptera( Gennard,2012)

**Figure 12-** Moucherons non piqueurs : un exemple de Chironomidés ( Gennard,2012)

**Figure 13-**Cycle de vie schématisé généralisé d'un cécidomyie chironomidé (Diptera: Chironomidae) colonisant un cadavre humain. Pour l'explication (Jason H. Byrd James L. Castner,2001)

**Figure 14-** Situation de la zone d'étude sous une image satellitaire (Juin2004)

**Figure 15-**(ONID, d'El Khemis)

**Figure 16-**Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson dans la région de haut Chélif pour l'année 2019

**Figure 17-** Place dans le diagramme d'Emberger dans la région de haut Chélif. (2002 – 2013)



## Liste des figures

---

**Figure 18**-Superficie forestière (ha)

**Figure 19**-Modele biologique (*Oryctolagus cuniculus* L.) .(BELKHIRI ,2018)

**Figure 21**- Un exemple d'une étude qui a été fait montrant le principe du travail (Laura E. Ayers, B.A. ,2010).

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- 1-AMENDT J., RICHARDS C.S., CAMPOBASSO C.P., ZEHNER R. and HALL M.J.R., 2011 - Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic sci med. pathol.*,1: 1 -8.
- 2-AMENDT J., KRETTEK R. and ZEHNER R., 2004 – Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91: 51 – 65
- 3-Amendt, J., Campobasso, C., Goff, M.L. &Gassbuger, M. (2010)*Current concepts in forensic entomology*. Springer, pp. 377.
- 4-AMENDT J., CAMPOBASSO C.P., GAUDRY E., REITER C., LEBLANC H.N. and HALL M.J.R., 2007 - Best practice in forensic entomology - standards and guidelines.*Int. J. legal. med.*, 121: 90 - 104.
- 5-Anderson G.S. (2001).Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death.*In: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds.) Forensic entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C. 143-169.
- 6-Anderson GS, Hobischak NR. Decomposition of carrion in the marine environment in British Columbia, Canada.*Int. J. Legal Med.* 2004; 118(4): 206-209.
- 7-AGGARWAL A.D., 2005 - *Estimating the postmortem interval with the help of entomological evidence*.Thesis PhD submitted to the Baba Farid University of Health Sciences, Faridkot, for MD in Forensic Medicine, 160 p.
- 8-Barbara H. Stuart and MaikenUeland. (2017),Decomposition in Aquatic Environments ,*In:Eline M.J. Schotsmans., Eds.Taphonomy of Human RemainsForensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*.John Wiley & Sons Ltd ,pp.235-247
- 9- BENECKE M., 2001 – A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, 120: 2 – 14
- 10- BENECKE M., 2002 – Les insectes judiciaires. *Forensic biology*, 76 – 83.
- 11-Benecke, M. (2004).Arthropods and Corpses.*Forensic Pathology Reviews*. M. Tsokos. Totowa, HumanaPress. 2: 207-240.

## Références bibliographiques

---

- 12- BENKHELIL M.L., 1992** – *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office. Pub. Univ., Alger, 60 p.
- 13- Bettahar S., (2012)** : Synthèse hydrogéologique de la nappe alluviale du Haut Cheliff, Mémoire de Master en Eau et Environnement, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.
- 14- BENZAADA, 2015**, Différents aspects forensiques dans quelques régions d'Algérie : Recyclage de la matière organique animale, Thèse Doctorat, école national alger. 138p
- 15- BELKHIRI , 2018**, Contribution à l'identification des insectes nécrophages de la région de Guelma et l'effet de la putréfaction cadavérique dans la datation des crimes,
- 16- Bouderbala, A. 2017**. Assessment of water quality index for the groundwater in the upper Cheliff plain, Algeria. *Journal of the Geological Society of India*, 90, 347-356.
- 17- Bouderbala, A. & Gharbi, B. Y. 2017**. Hydrogeochemical characterization and groundwater quality assessment in the intensive agricultural zone of the Upper Cheliff plain, Algeria. *Environmental Earth Sciences*, 76, 744
- 18- Byrd J.H., Castner J.L. (2001)**. The Role of Aquatic Insects in Forensic Investigations. *In*: Castner J.H., Byrd J.L., Eds. Forensic entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. CRC Press, pp. 178-199
- 19- Campobasso, C.P., Di Vella, G., Introna, F. (2001)**, Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 120: 18-27.
- 20- CARTER, D.O., YELLOWLEES, D. et TIBBETT, M. – 2007**, Cadaver Decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*, 94: 12 - 24.
- 21- Charabidze D. & Gosselin M., 2014.** - Insectes, cadavres et scènes de crime. Principes et applications de l'entomologie médico-légale. Ed. *De Boeck*, 261 p.
- 22- CHARABIDZE D. et BOUREL B., 2007** - Entomologie médico-légale, les insectes au service de la justice. *Rev. insectes*, 4: 29 - 31.
- 23- CHARABIDZE D., MORVAN G., DUPONT D., GOSSET D. et BOUREL B., 2008** - ForenSeek, un programme de simulation du développement des insectes nécrophages dédié à l'entomologie médico-légale. *Ann. soc.entomol*, 44 (3): 385 - 392.

## Références bibliographiques

---

- 24- **Chin HC, Marwi, MA, Salleh AFM, Jeffery J, Kurahashi H, and Omar B.** Study of insect succession and rate of decomposition on a partially burned pig carcass in an oil palm plantation in Malaysia. *Tropical Biomed.* 2008; 25(3): 202-208.
- 25- **Dalal J, Sharma S, Bhardwaj T, Dhatarwal SK, Verma K.,2020**-Seasonal study of the decomposition pattern and insects on a submerged pig cadaver, *Journal of Forensic and Legal Medicine*,Elsevier Ltd,8:1-8
- 26- **DAJOZ R., 1985** - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 505 p
- 27- **DAS. 2016.** Direction de Service Agricole de la wilaya d'Ain Defla.
- 28- **DEKEIRSSCHIETER J., 2012** - *Etude des interactions entre l'entomofaune et un cadavre: approches biologique, comportementale et chémo-écologique du coléoptère nécrophage, Thanatophilussinuatus Fabricius (Col., Silphidae)*. Thèse Doctorat, Univ. Liège, 242 p.
- 29- **DEKEIRSSCHIETER J., VERHEGGEN F.J., GOHY M., HUBRECHT F., BOURGUIGNON L., LOGNAY G. and HAUBRUGE E., 2009** - Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. *Forensic Science International*, 189: 46-53
- 30- **DEKEIRSSCHIETER J., VERHEGGEN F.J., HAUBRUGE E. and BROSTAUX Y., 2011 (a)** - Carrion beetles visiting pig carcasses during early spring in urban, forest and agricultural biotopes of Western Europe. *Journal Insect Science*, 73 (11): 1-13
- 31- **FREDERICKX C., DEKEIRSSCHIETER J., VERHEGGEN J.F. et HAUBRUGE E., 2011** – L'entomologie forensique, les insectes résolvent les crimes. *Entomologie faunistique – Faunisticentomology*, 63 (4): 237 – 249.
- 32- **GAUDRY E., DOUREL L., CHAUVET B., VINCENT B. et PASQUERAULT T., 2007**- L'Entomologie Légale: Lorsque Insecte rime avec indice. *Rev. Francophone des Laboratoires*, 392: 23 - 32.
- 33- **GENNARD E.D., 2012**- *Forensic Entomology: an Introduction*. John Wiley and Sons Ltd, the Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, 244 p

## Références bibliographiques

---

- 34- **Kartoubi M, Hartani T, Hallouz F, 2017**-Impact de changement climatique sur les ressources en eau dans la plaine de Khemis Miliana (Bassin versant du Haut Cheliff). *SAGREN .Systèmes Agricoles et Environnement*, 8 :41-48
- 35- **Keiper JB, Chapman EG, Foote, BA.** Midge larvae (Diptera: Chironomidae) as indicators of postmortem submersion interval of carcasses in a woodland stream: a preliminary report. *J. Forensic Sci.* 1997; 42(6): 1074-1079.
- 36- **Klotzbach H., Krettek R., Bratzke H., Puschel K., Zehner R. & Amendt J., 2004.** – The history of forensic entomology in German-speaking countries. *Forensic Science International* 144: 259-263.
- 37- **Laura E. Ayers, B.A., 2010**-Differential decomposition in terrestrial, freshwater, and saltwater environments: A pilot study . Thèse Master. University-San Marcos ,104 p.
- 38- **LAMOTTE M. et BOURLIERE F., 1969** – *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.* Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
- 39- **Leclercq J., 2009.** - Marcel Leclercq (1924-2008), médecin, diptériste, parasitologue et pionnier de l'entomologie forensique. *Faunistic Entomology* 65 : 129-150.
- 40- **Leclercq M., Brahy G. (1985).** Entomologie et Médecine légale - Datation de la mort. *Journal de Médecine Legale et de Droit Medical.* **28**: 271-278.
- 41- **Leclercq M. (1978).** Entomologie et Médecine légale: Datation de la mort. Masson, Paris, 100 p.
- 42- **Legoupil Jean-Claude (1974)** ; L'Agronomie Tropicale. Série 3, Agronomie Générale. *Etudes Scientifiques*, 29 (12) : 1212-1227
- 43- **LEVEQUE C., 2001** – *Ecologie de l'écosystème à la biosphère.* Ed. Dunod, Paris, 502 p.
- 44- **Marchenko M.I. (2001).** Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of time of death. *Forensic Science International* **120**: 89-109.
- 45- **MATILE L., 1993** - *Diptères d'Europe occidentale.* Ed. Boubée, Paris, T. I, 439 p
- 46- **Merritt R.W., Wallace J.R. (2001).** The Role of Aquatic Insects in Forensic Investigations. *In*: Castner J.H., Byrd J.L. (Eds). *Forensic entomology. The Utility of*

## Références bibliographiques

---

Arthropods in Legal Investigations. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C. 177-222.

**47--MEDDI M, BELHADJ BOUCHAIB F, 2010**, Etude des crues dans le bassin du Cheliff . Application de la méthode du Gradex, *Nature et Technologie*, 21 : 21-28

**48- Paola A. Magni • Matteo Borrini • Ian R. Dadour., 2013**, Human remains found in two wells: a forensic entomology perspective, *Forensic Sci Med Pathol*, Springer Science, Business Media New York .

**49- Payne JA. King EW.** Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. *J Georgia Entomol Society*. 1972; 7(3): 153-162.

**50- Payne JA.** A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*. 1965; 46(5): 592- 602.

**51- RAMADE F., 2009** - *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 289 p

**52- SAIFI , 2016**, L'attraction des Invertébrés par les cadavres et les processus de la dégradation de la matière organique animale, Thèse Doctorat, école nationale algérienne. 198p

**53- SMITH, K.G.V., 1986** - *A Manual of Forensic Entomology*. British Museum (Natural History), London, Cornell University Press, Ithaca, 275 p.

**54- SOUAIKEUR Djaber**, 2016 mémoire de master , Estimation du risque érosif dans le bassin du Haut Chéouli.

**55- Taleb M, G Tail, N Halide Açıkgöz, B Djedouani, M Toumi, 2017**, Ecological roles of cadaveric fauna in relation with decomposition stages, environmental conservation and biodiversity UKECEK .4 : 399-402

**56- Tomberlin JK, and Adler PH.** Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *J Med Entomol*. 1998; 35(5): 704-709

## Références bibliographiques

---

**57-VASS A.A., 2001** - Beyond the grave-understanding human decomposition. *Microbiology Today*, 28: 9-14

**58-VASS A.A., SMITH R.R., THOMPSON C.V., BURNETT M.N., WOLF D.A., SYNSTELIEN J.A., DULGERIAN N. and ECKENRODE B.A., 2004** - Decompositional Odor Analysis Database. *Journal of Forensic science*, 49: 760 - 769

**59-ILLIERS A., 1977** – *L'entomologiste amateur*. Ed. Lechevalier S.A.R.L., Paris, 248 p.

**60-WYSS C. et CHERIX D., 2006** – *Traité d'entomologie forensique, les insectes sur la scène de crime*. Ed. Presses polytech. Univ. romande, Lausanne, 317 p.

**Site web :(tutiempo).**