

**Claude Wyss, Identité judiciaire du canton de Vaud, Lausanne**  
**Daniel Cherix, Musée de zoologie et Institut d'écologie, Lausanne**

## **LES INSECTES NECROPHAGES AU SERVICE DE LA JUSTICE :**

### **ENTOMOLOGIE FORENSIQUE EN SUISSE-ROMANDE**

#### **Résumé :**

Science méconnue en Suisse, l'entomologie forensique a été développée depuis 1993 en Suisse romande. Les insectes utilisés dans cette discipline appartiennent principalement aux ordres des Diptères et des Coléoptères. Une présentation des principales familles et leur biologie permet de comprendre l'utilité de ces espèces dans le calcul de l'intervalle post-mortem et leur utilisation potentielle dans les affaires criminelles.

#### **Introduction**

Agréables ou désagréables, les insectes dominent dans la majorité des écosystèmes terrestres et aquatiques à l'exception des mers et des océans. Si l'on a décrit aujourd'hui plus d'un million et demi d'organismes, plus de la moitié sont des insectes. A titre de comparaison, nous ne connaissons guère plus de 4500 espèces de mammifères à la surface de la terre.

En Suisse, sur les quelque 40'500 espèces (animaux et végétaux) connues, les insectes représentent 30'000 espèces. Si les insectes dominent par leur diversité, ils dominent aussi par leur densité ou biomasse. Personne ne niera cette affirmation lorsque l'on sait qu'une invasion de criquets migrateurs peut comporter plus de 10 milliards d'individus ! D'autres exemples montrent que la biomasse des vertébrés de la forêt tropicale humide représente moins de la moitié de la biomasse des insectes. Plus près de nous, le Jura vaudois et ses pâturages boisés possèdent plus de 2000 fourmis des bois au mètre carré, ce qui dépasse largement le poids des chevreuils lorsqu'on étend cette surface à l'échelle de l'hectare. Si la diversité et la biomasse des insectes sont gigantesques aujourd'hui, il ne faut pas oublier non plus que l'histoire des insectes remonte à plusieurs centaines de millions d'années pour les plus anciens, ce qui n'est guère comparable avec les quelques millions d'années de l'espèce humaine. Survivants des grands cataclysmes terrestres, responsables notamment de la disparition des dinosaures, le succès des insectes est lié à leur exploitation extraordinaire de la majorité des habitats terrestres et à leur facilité d'adaptation au cours de ces temps géologiques. Ce succès est lié pour partie à la diversité de leurs régimes alimentaires et leurs places dans les différents niveaux trophiques des écosystèmes. On distingue habituellement 5 types généraux

d'alimentation, les détritivores ou saprophages, les carnivores, les fongivores, les herbivores et pour finir les mangeurs d'algues et de mousses. Si aujourd'hui les herbivores comprennent plus de la moitié des espèces d'insectes, les autres groupes sont néanmoins très importants, et comme nous le verrons, recèlent des applications tout à fait étonnantes pour l'homme.

### **Les insectes nécrophages**

Il y a deux groupes majeurs d'insectes attirés par les cadavres ; les Diptères et les Coléoptères, mais seul un nombre restreint d'espèces joue un rôle d'éboueur. Cela est suffisant pour " nettoyer " le milieu naturel des carcasses d'animaux.

Ces deux groupes appartiennent aux insectes à métamorphose complète. Leur développement peut se résumer de la manière suivante : pontes d'œufs, éclosion de l'œuf qui donne naissance à une larve, laquelle subira plusieurs mues lui permettant d'augmenter sa taille. Après un nombre déterminé de mues larvaires, l'insecte subit une transformation qui l'amènera au stade de nymphe. Ce stade, le plus souvent immobile, précède la dernière mue appelée mue imaginale qui donnera un imago ou insecte parfait. Ainsi, les larves de mouches appelées asticots ressemblent à de petits vers blancs sans pattes, tandis que les larves de Coléoptères se distinguent notamment par la présence de trois paires de pattes.

Il existe des nymphes nues (Coléoptères) ou des nymphes enfermées dans la dernière enveloppe larvaire que l'on appelle pupa (Diptères). Cette pupa forme un tonnelet qui ne permet pas de distinguer la nymphe.

La durée du développement complet dépend en grande partie de la température. Le nombre de mues larvaires est quant à lui fixé pour chaque espèce.

Les Diptères nécrophages appartiennent à plusieurs familles dont les plus importantes sont les Calliphoridae, les Sarcophagidae, les Muscidae, les Fanniidae, les Piophilidae et Phoridae. Chez les Coléoptères, les principales familles sont les Silphidae, les Histeridae et les Dermestidae.

#### **Les Calliphoridae**

Cette famille de mouches de taille moyenne compte plus de 1000 espèces connues au monde mais seulement 52 en Suisse. Ce sont les mouches qui présentent un intérêt majeur en entomologie forensique permettant une estimation parfois très précise de l'intervalle post-mortem. Les adultes ont une taille comprise entre 6 et 14 mm et la majorité des espèces ont une apparence métallique avec des couleurs allant du vert au bleu ou simplement noir. Les larves ont une taille allant de 8 à 23 mm, elles sont habituellement de couleur blanche ou crème. Le segment terminal du corps possède 6 petits tubercules. Ce segment contient aussi les spiracles postérieurs, qui permettent à la larve de respirer. Habituellement ce sont les

premières mouches arrivées sur place et qui colonisent un cadavre humain. Dans certains cas leur arrivée est une question de minutes. La femelle possède des segments télescopiques au bout de son abdomen qui forment un ovipositeur. Une femelle peut pondre plusieurs centaines d'œufs. *Calliphora vicina* est probablement l'espèce la plus commune dont la distribution est quasi mondiale aujourd'hui. Mouche d'assez grande taille (10 à 14 mm de longueur), elle se reconnaît à ses joues jaunes, à sa couleur métallique bleue et à sa pilosité abondante.

#### Les Sarcophagidés

Ces mouches, souvent désignées sous le terme de mouches à viande ou mouches à damiers, comprennent quelque 2500 espèces à la surface de notre planète dont 119 en Suisse. Les adultes se rencontrent souvent sur les fleurs où ils viennent se nourrir de nectar. Les larves de ces espèces se nourrissent de toutes sortes de matières animales en décomposition et d'excréments. De nombreuses espèces sont parasites d'invertébrés et de vertébrés. De taille petite à grande (2 à 14 mm), les adultes se reconnaissent au dessin à damier sur l'abdomen, mais ne possèdent jamais de couleur métallique. Du point de vue systématique, la détermination d'un Sarcophagidé est difficile et les larves doivent être élevées jusqu'au stade adulte pour être identifiées. Parmi les particularités de cette famille notons que les femelles ne pondent pas d'œufs, mais donnent naissance à des larves. Elles arrivent souvent juste après les premières Calliphoridés.

#### Les Muscidés

Cette famille comprend plus de 200 espèces en Suisse et environ 550 en Europe. De nombreuses espèces sont ubiquistes. Il suffit simplement de penser à la mouche domestique qui voyage depuis plusieurs siècles avec l'homme. Selon les espèces, les larves de Muscidés se rencontrent dans des milieux les plus variés: substances animales et végétales en décomposition, champignons, litière, etc. Elles sont saprophages, coprophages ou prédatrices. D'une taille plus modeste, (3-10 mm) les adultes sont relativement discrets du point de vue coloration (gris foncé) et très rarement avec une coloration métallique.

#### Les Fanniidés

Longtemps classées parmi les Muscidés, les Fanniidés sont des mouches de taille petite à moyenne (3-9 mm). Elles se rencontrent principalement dans l'hémisphère Nord. Elles fréquentent de préférence les régions boisées et sont plus rares en milieu ouvert. Quelques espèces seulement sont nécrophages.

#### Les Piophilidés

Les Piophilides sont des petites mouches de couleur sombre, mat ou brillantes, (2-6 mm). Les adultes volent près du milieu où se développent leurs larves. On rencontre des espèces floricoles, saprophages ou coprophages et souvent

synanthropes. La mouche du fromage, autrefois très commune autour des fromages, reste une nuisance sérieuse dans l'industrie alimentaire. Mais cette espèce se rencontre aussi fréquemment sur des cadavres humains. L'une des caractéristiques de sa larve est de progresser en sautant. Ces larves peuvent produire occasionnellement chez l'homme une myase intestinale. On n'en rencontre que 14 espèces en Suisse.

#### Les Phoridés

Les Phoridés sont de petites mouches brunes, noires ou jaunes ne dépassant pas 8 mm de longueur. Les femelles de nombreuses espèces sont aptères. Les représentants de cette famille se reconnaissent à leur thorax bossu et à leurs pattes très développées, ce qui leur permet une course rapide et saccadée très caractéristique. Elles se nourrissent de substances végétales et animales en décomposition. La femelle de la mouche des cercueils (*Conicera tibialis*) (taille 2 mm) peut traverser plusieurs dizaines de centimètres de sol pour aller pondre sur des cadavres.

#### Les Sylphidés

Cette famille de Coléoptères comprend plus de 1500 espèces distribuées à la surface de la planète. D'une taille moyenne à grande (10-35 mm), ils sont à la fois prédateurs et nécrophages. Ils se reconnaissent par leurs élytres souvent courtes qui ne recouvrent pas complètement l'abdomen. Certaines espèces prélèvent de la matière en décomposition, l'enfouissent dans le sol et pondent leurs œufs dans ce substrat.

#### Les Histéridés

Ces insectes ne dépassant que rarement 10 mm de longueur, sont de forme ovoïde, souvent noirs brillants ou parfois vert métalliques. Actifs de nuit, ils se nourrissent souvent d'œufs et de larves de mouches nécrophages. Lorsqu'ils sont dérangés, ils se contractent et cachent leurs appendices en simulant la mort.

#### Les Dermestidés

Les Dermestes sont des Coléoptères de taille moyenne (3.5-10 mm) dont le corps est couvert de poils courts ou d'écailles. Ils se nourrissent de toutes sortes de matières organiques sèches. Certaines espèces se rencontrent parfois dans les musées et sont capables de faire de gros dégâts dans les collections d'insectes. Ces espèces sont utilisées pour nettoyer les os de petits mammifères ou d'oiseaux pour des préparations muséologiques. Leur importance en entomologie forensique n'est pas encore complètement développée, mais leur présence est fréquente.

## **L'entomologie forensique**

Jusqu'au XVII<sup>ème</sup> siècle, on croyait que la présence d'asticots dans un cadavre était due à la génération spontanée. C'est en 1668 que Francisco Redi démontra par une série d'expériences que ces larves provenaient d'œufs déposés par des mouches sur le cadavre. L'une des premières publications en Europe d'entomologie médico-légale remonte au siècle passé (1855) et relate l'autopsie faite par le Dr M. Bergeret d'Arbois (Jura français). Il s'agissait du corps d'un nouveau-né découvert derrière le manteau d'une cheminée. Bergeret trouva lors de la levée de corps des mouches à damier (Sarcophagidés) mortes, ainsi que des chenilles de Lépidoptères. Il estima que la mort devait remonter à 1848, se basant sur le fait que deux générations d'insectes annuelles s'étaient succédées et que les occupants de la maison à cette époque étaient coupables. Compte tenu des connaissances actuelles, l'estimation faite par Bergeret était probablement erronée. Toutefois le véritable premier cas d'entomologie forensique remonte au XIII<sup>ème</sup> siècle, reporté dans un ouvrage de médecine-légale chinois. Suite au meurtre d'un fermier dans une rizière, meurtre réalisé à l'aide d'une serpe, tous les membres de la communauté furent rassemblés et durent poser leur outil devant eux. Seule une serpe intéressa des mouches, attirées par l'odeur du sang ou des fragments de tissus. Son propriétaire fut ainsi confondu et condamné. L'auteur de cet ouvrage, un certain Sung Tz'u, rapporte aussi avoir vu des quantités de larves sur un cadavre et pense que leur présence pourrait être utile pour une investigation.

Cependant il faudra attendre la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle avec les travaux de Mégnin (1894) pour que la première base scientifique de l'utilisation des insectes nécrophages soit publiée. Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle de nombreuses contributions apportent des éléments utiles à la médecine légale dans l'utilisation de ces insectes pour donner une estimation du moment de la mort.

C'est en 1986 que K.G.V. Smith du département d'entomologie du British Museum of natural history de Londres publie le premier manuel d'entomologie forensique. Il se base notamment sur les travaux d'autres entomologistes comme M. Leclercq en Belgique, P. Nuorteva en Finlande et M. Marchenko en Russie pour ne citer que les plus importants. Il faudra encore attendre quelques années pour que l'entomologie forensique fasse son entrée dans des Institutions comme le FBI aux USA ou la gendarmerie nationale en France.

C'est en 1993 que l'entomologie forensique a débuté à la police criminelle du canton de Vaud sous la responsabilité de Claude Wyss, en collaboration avec les Instituts universitaires d'écologie et de médecine légale de l'Université de Lausanne et le Musée cantonal de zoologie.

Dès que la mort survient, un cadavre attire très rapidement un certain nombre de Diptères (Calliphoridae) qui viennent pondre leurs œufs. La ponte intervient dans les premières minutes ou heures qui suivent la mort. Les pontes sont déposées dans ou à proximité immédiate des orifices naturels. A partir de cet instant, le développement de l'œuf sera dépendant de la température ambiante. Dès lors, connaissant le temps de développement de l'œuf jusqu'à l'insecte parfait, à différentes températures, nous sommes en mesure de calculer précisément le jour, voire l'heure à laquelle les mouches ont pondu. Compte tenu de ce qui précède, on définit l'intervalle post-mortem (IPM) comme étant l'intervalle entre le moment de la mort et la découverte du cadavre. Il est donc indispensable de connaître la durée de chaque stade (œuf, larve nymphe) à différentes températures afin de pouvoir déduire le moment où les œufs ont été pondus.

Chaque espèce d'insectes et plus particulièrement de mouches possède une durée de développement qui lui est propre et dépendante de la température. D'autre part, il est important de connaître les limites vitales du développement afin de pouvoir intégrer ces données lorsque les conditions saisonnières changent rapidement. Ainsi, les larves de *Calliphora vicina*, espèce relativement commune sur les cadavres humains, stoppent leur développement lorsque la température s'abaisse au dessous de 2°C environ. En revanche, les espèces du genre *Lucilia* (mouches vertes de la famille des Calliphoridae) ont une limite de développement larvaire beaucoup plus élevée, de l'ordre de 9°C.

Depuis 1993, de nombreuses expériences menées conjointement sur les principales espèces de mouches nécrophages permettent de disposer de tables de développement indispensables à toute utilisation pratique. Une série d'expériences comparant l'influence d'une température constante par rapport à des températures fluctuantes, mais donnant une moyenne identique, a montré qu'il n'y avait aucune différence sur la durée du développement. Dès lors, le climat régnant à proximité immédiate du cadavre est un élément majeur de toutes investigations utilisant des insectes pour déterminer l'intervalle post-mortem.

D'autres facteurs vont influencer la colonisation d'un cadavre : le milieu. Ainsi certaines espèces sont plutôt liées au milieu forestier, tandis que d'autres sont ubiquistes. Un travail réalisé dans les environs de Lausanne (Faucherre et Cherix, 1998) d'avril à octobre à l'aide de pièges a permis de récolter 17 espèces de mouches nécrophages appartenant aux familles des Calliphoridae (10 espèces), Sarcophagidae (3 espèces) et Muscidae (4 espèces). On remarque que 14 espèces sont présentes en prairie et 11 seulement en milieu forestier, mais 8 espèces sont communes aux deux milieux. Ce travail apporte des éléments importants dans le cadre d'expertises en entomologie forensique. En effet il est indispensable, lors de la découverte d'un cadavre d'être particulièrement attentif à différents aspects comme la saison et l'altitude qui vont affecter la phénologie des espèces ainsi que

du type de milieu. La spécificité des Diptères nécrophages rencontrés dans un milieu ouvert ou fermé peut en effet apporter des renseignements complémentaires sur un éventuel déplacement de cadavre. Certaines espèces n'étant jamais ou que très rarement présentes dans un milieu ouvert, comme la prairie, ou réciproquement, dans un milieu forestier.

De plus, la connaissance du comportement de chaque espèce est indispensable à l'interprétation d'une analyse. En effet, suivant de nombreux auteurs, les Diptères nécrophages ne volent pas la nuit ni dans des lieux sombres ou encore cessent toute activité en dessous de 10-12 degrés Celsius. Or un cas récent, pour lequel une véritable expérimentation a été mise en place a permis de montrer qu'il n'en était rien et que sous certaines conditions bien particulières, *Calliphora vicina* pouvait se déplacer dans l'obscurité et pondre ses œufs à une température constante de 5° C (voir Faucherre et. al, 1999).

L'utilisation judicieuse de ces connaissances permet de calculer un intervalle post-mortem. La méthode consiste à récolter le matériel entomologique existant sur les lieux de la découverte macabre. Le matériel récolté est ensuite mis en élevage, à une température donnée et l'on surveille l'apparition des adultes. A partir de ce moment, compte tenu de la dernière partie connue et maîtrisée du développement, il s'agit de reconstruire la première partie à l'aide de données météorologiques ayant régné les jours ou les semaines précédant la récolte du matériel. Pour les calculs, on utilise la notion de degré/jour qui peut se résumer de la manière suivante : Si un insecte a besoin de 100 degrés/jours pour passer de l'œuf à l'adulte, en théorie cela représente 10 jours à 10° C ou 5 jours à 20° C. Bien évidemment, il faudra tenir compte de la température minimale de développement de chaque espèce.

Il existe plusieurs moyens d'obtenir des informations météorologiques en Suisse, notamment grâce aux stations automatiques de l'Institut suisse de météorologie ou alors en installant sur place un thermographe pendant une certaine durée. Les données relevées permettent d'établir une comparaison a posteriori avec la station météo la plus proche, puis de reconstruire le jeu de données durant la période nécessaire.

### **Analyse de cas**

En octobre, un crâne humain est repéré dans la litière d'une forêt d'altitude. Nous trouvons le corps à proximité, dans un talus, caché sous des branches de sapin. L'endroit est passé au peigne fin. Nous récoltons plus de cinquante pupes pleines de Diptères, des prépupes, des larves et quelques Coléoptères nécrophages. Ce matériel entomologique est mis en élevage au laboratoire. Les Coléoptères sont identifiés à l'espèce et mis en collection. Peu après la récolte des pupes pleines, on

constate l'émergence de mouches nécrophages qui sont identifiées. Les relevés météorologiques de trois stations entourant l'endroit de la découverte sont demandés pour les mois de juin à octobre. Divers calculs sont effectués pour donner une estimation des températures du site la plus exacte possible. Sur la base de la moyenne journalière des températures du site et en comparant avec les tables de développement de l'espèce de mouche découverte, nous avons déterminé l'intervalle post mortem, remontant au mois d'août de la même année. S'agissant d'un meurtre, la date de la mort a été d'une importance capitale pour la suite de l'enquête.

### **Recherches en cours**

Afin de pouvoir disposer de données de terrain complètes, plusieurs expériences ont été menées en utilisant des porcs comme substrat. Ces études nous permettent de suivre heure après heure durant les premiers jours, la colonisation des insectes nécrophages. Elles permettent la récolte d'un abondant matériel dont l'identification est indispensable à la connaissance des insectes utilisant ce substrat.

A ce jour plusieurs milliers de spécimens ont été montés, identifiés et étiquetés et servent de référence indispensable dans ce domaine. Par exemple, deux nouvelles espèces de mouches pour la Suisse ont été ainsi récoltées et identifiées. D'autres expériences ont été effectuées pour comprendre le comportement des mouches nécrophages et traitent du vol et de l'attraction du substrat.

### **Conclusion**

A ce jour, plus de huitante cadavres humains ont fait l'objet d'une analyse d'entomologie forensique en Suisse romande et apportent des données originales et indispensables aux calculs de l'intervalle post-mortem. De telles données présentent un intérêt non négligeable dans des affaires à caractère criminel, le jour du décès pouvant être déterminant dans l'inculpation d'un coupable.



## **Bibliographie**

Bergeret M. 1855. Infanticide, momification du cadavre. Découverte du cadavre d'un enfant nouveau-né dans une cheminée où il s'était momifié. Détermination de l'époque de la naissance par la présence de nymphes et de larves d'insectes dans le cadavre et par l'étude de leurs métamorphoses. Ann. Hyg. Méd. Légal, 4 :442-452.

Faucherre J. et Cherix D. 1998. Contribution à la connaissance des Diptères nécrophages du Jorat (Vaud, Suisse). Mitt. Schweiz. Ent. Ges., 71 :211-217.

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

Mégnin P. 1894. La faune des cadavres : Application de l'entomologie à la médecine légale . Encyclopédie scientifique des aide-mémoire, Masson & Gauthier-Villars, Paris, 214 p.

Smith K.G.V. 1986. A Manual of forensic entomology. British Museum, (Natural History), London and Cornell University Press, Ithaca, N.Y., 205 p.