

## Cours ENTOMOTOXICOLOGIE

Licence entomologie

Responsable DR.Chaabane meriem

**Entomo-toxicologie** : étudier la réaction des insectes vis-à-vis des substances toxiques

- L'entomotoxicologie étudie les substances toxiques que peuvent contenir des tissus entomologiques. Appliquée aux insectes nécrophages, elle permet de détecter la présence de substances contenues dans les cadavres dont ils se sont nourris. À ce titre, elle s'est surtout développée comme une nouvelle branche de l'entomologie légale
- Définition de la toxicologie :
- Science multidisciplinaire qui étudie les toxiques ou poisons : leur origine, leur propriété : physiques, chimiques ou biologiques leurs biotransformations ,leurs modalités et mécanismes d'actions nocives par la mise en oeuvre de procédés thérapeutique appropriés et de mesures de prévention.
- La toxicologie s'intéresse particulièrement à l'identification du danger et à l'analyse du risque lié à l'exposition des organismes vivants aux xénobiotiques (agents chimiques, physiques et d'origine biologiques).

### LES TYPES DE TOXICITE

- **On distingue classiquement 3 formes de**
- toxicité : la **toxicité aiguë**, la **toxicité à court terme** (subaiguë et subchronique) et la **toxicité à long terme (chronique)**.
- **LA VARIABILITE INDIVIDUELLE**
- **Les individus peuvent être affectés différemment par**
- une dose toxique, et une même personne ne peut y réagir différemment selon les moments de sa vie.
- **Deux principaux types de facteurs contribuent à**  
Expliquer la nature et l'étendue des effets toxiques :
- ***Les facteurs héréditaires, des différences*** dans le patrimoine génétique peuvent intervenir dans la capacité des individus à transformer les toxiques.
- ***Les facteurs physiologiques qui sont***
- nombreux et incluent :

- l'âge : la sensibilité aux effets toxiques est différente chez les nouveaux-nés, les jeunes enfants et les personnes âgées ;
- le sexe ;
- l'état nutritionnel : la toxicité peut être
- influencée par la masse de tissus adipeux, la déshydratation, les carences en vitamines ... ;
- la grossesse : il se produit des modifications de l'activité métabolique de l'organisme et donc des xénobiotiques
- au cours de la grossesse
  - o l'état de santé : les individus en bonne santé sont plus résistants, car ils métabolisent et éliminent les toxiques plus facilement que ceux qui présentent des atteintes du foie ou des reins où ont respectivement lieu ces 2 phénomènes
- Au début des années 1980 une question originale découle d'une enquête criminelle aux États-Unis : peut-on détecter la prise de drogues par la victime à partir d'insectes prélevés sur la scène d'un crime ? La réponse de l'entomologiste consulté ne tarde pas et est affirmative. À partir de là, l'entomotxicologie a pris véritablement son essor.
- **LA DÉTECTION DE TOXIQUES...**
- Le recours à l'entomotxicologie, nouvelle branche de l'entomologie légale, permet à l'enquêteur de détecter la présence de substances toxiques dans des tissus d'insectes. La discipline s'est développée
- dans de nombreux pays européens, en Afrique du Sud, au Brésil et aux États-Unis. Dans les premiers temps, les analyses ont surtout eu pour but de révéler la présence de métaux lourds dans un objectif environnemental ou d'évaluer l'effet de pesticides sur les insectes.
- Vers les années 1970, les études se sont de plus en plus dirigées vers des applications médico-légales. La première investigation a porté sur un corps en décomposition avancée. L'urine, le sang et les organes n'étant plus disponibles, les analyses toxicologiques ont été réalisées sur des asticots d'un Calliphoridé, et les résultats ont permis de confirmer le suicide par prise de barbituriques. À la fin des années 1980, c'est un empoisonnement
- à l'insecticide que prouve la détection de malathion dans les tissus d'un Sarcophagidé prélevé sur un corps en état de décomposition avancée. De même, un empoisonnement à l'arsenic a pu être mis en évidence grâce à des larves d'autres Diptères (Piophilidés, Psychodidés et Fannidés) prélevées sur des restes humains.



*Calliphora vicina* adulte sur un cadavre de mammifère (cliché D.Charabidze).



*Necrophorus vespillo* L3  
(cliché Thybbuk).

### Les insectes nécrophages et la datation du décès

Un cadavre constitue une ressource énergétique importante : de nombreux insectes nécrophages vont donc l'exploiter et y proliférer très rapidement. Il s'agit cependant d'un écosystème bien particulier, caractérisé notamment par sa courte durée d'existence. Les insectes qui exploitent cette ressource ponctuelle et éphémère présentent des adaptations particulières. Il s'agit d'espèces fréquentes et ayant une large répartition géographique. Comparativement à d'autres insectes, les larves nécrophages se développent très rapidement ; cette adaptation physiologique limite leur temps de résidence sur le cadavre, et donc leur dépendance à cette ressource très disputée. Les adultes ne sont pas inféodés à un milieu particulier et peuvent donc se déplacer facilement.. Ils présentent un système olfactif

Particulièrement développé qui leur permet de détecter la présence d'un corps à très grande distance (plusieurs centaines de mètres pour certaines mouches).

Les pontes sont groupées (plusieurs centaines d'oeufs par femelle) et certaines espèces (*Calliphora spp.*, *Sarcophagidae*) peuvent même mûrir les oeufs et déposer directement des larves de premier stade. On parle dans ce cas de larviposition. Ces aptitudes permettent ainsi aux insectes nécrophages de localiser, d'atteindre puis de coloniser rapidement les cadavres. Cette ressource est généralement exploitée à la fois par les adultes et par leur descendance.

Comparativement à d'autres insectes, les larves nécrophages se développent très rapidement ; cette adaptation physiologique limite leur temps de résidence sur le cadavre, et donc leur dépendance à cette ressource très disputée

### **Biologie des insectes nécrophages**

Les insectes nécrophages les plus fréquents sont des Diptères et des Coléoptères. D'autres ordres d'insectes sont également observés, mais restent minoritaires. Chez les Lépidoptères, les mites exploitent principalement les restes secs (peau, poils.....etc.).

On observe sur les cadavres en fin de décomposition les mêmes espèces que celles qui consomment la laine (poils de mouton) et perforent les vêtements dans les placards. Certains Hyménoptères sont également associés aux cadavres : on observe ainsi occasionnellement la présence de guêpes ou de fourmis. Ces espèces ne sont cependant pas nécrophages, mais exploitent cet écosystème pour chasser les larves qui s'y trouvent.

De la même manière, parmi les différentes espèces de Coléoptères nécrophages qui sont présentes en France, certaines sont de véritables nécrophages, tandis que d'autres exploitent également la présence de nombreuses proies sur le cadavre (sarco-saprophages).

Leurs préférences écologiques sont très diversifiées : les Histeridae et les Quelques espèces d'insectes nécrophages ou prédatrices qui interviennent généralement durant la période de décomposition active, tandis que les Dermestidae colonisent les corps plus tardivement, lorsque les tissus sont momifiés.

Diptères : cet ordre comprend plus de 100 000 espèces connues, caractérisées par la présence d'une seule paire d'ailes membraneuses.

La seconde est réduite à une paire d'haltères ou balanciers, jouant le rôle de gyroscope et permettant la stabilité du vol. On retrouve dans cet ordre les moustiques, les taons ou encore les mouches. Seules ces dernières sont nécrophages.

*Lucilia sericata* : mouche verte, Diptère Calliphoridae, présente dans la plupart des régions du monde. Espèce très commune, héliotrope, principalement active au printemps/été. Plus connue sous le nom de

“mouche à merde”.

- *Calliphora vicina* : mouche bleue, Diptère Calliphoridae, présente dans la plupart des régions du monde. Cette espèce est capable d'emmagasiner de la chaleur en se positionnant face au soleil sur des surfaces chaudes. Ce comportement lui permet d'être active en hiver : elle a même été trouvée sur un corps découvert sur un glacier.



Lépidoptères : ordre comprenant plus de 150 000 espèces décrites, regroupant tous les papillons. Les papillons possèdent deux paires d'ailes membraneuses couvertes d'écailles, ainsi qu'une trompe leur permettant d'aspirer le nectar ou autres substances liquides. On divise les Rhopalocères (papillons de jour) des Hétérocères (papillons de nuit).

Mites : Lépidoptères Tineidae. La chenille se nourrit de fibres animales comme la laine, le crin ou encore les cheveux. On trouve sur les corps des espèces également fréquentes dans les placards de cuisine ou les penderies (vêtements en laine).

Hyménoptères : ordre d'insectes comprenant plus de 100 000 espèces connues, d'une grande diversité comportementale. Leur taille est aussi extrêmement variable. On y retrouve les abeilles, les guêpes, les bourdons, les fourmis, ainsi que des insectes parasitoïdes comme les Pteromalidae. Sur un corps, on retrouve le plus souvent des fourmis et des guêpes, qui sont majoritairement prédatrices d'oeufs ou larves de mouches, ainsi que des parasitoïdes, qui vont pondre à l'intérieur des

pupes de diptères.

Coléoptères : Le plus grand ordre d'insectes, avec plus de 300 000 espèces connues. Les coléoptères sont caractérisés par leurs ailes antérieures, les élytres, qui sont épaisses et cornées. Sur un cadavre, on retrouve plus particulièrement des Nécropores, des Staphylins, des Silphidés et des Dermestes.

- *Dermestes sp.* : le terme "dermeste" signifie littéralement "mangeur de peau". Ce sont des coléoptères spécialisés dans la consommation de la matière sèche. - *Silphes* : Coléoptères *Silphidae* largement présents en

*Europe*. Comprend les nécrophores, qui ont la particularité de creuser sous le cadavre pour l'enterrer. Ce sont des prédateurs et des charognards. Crâne humain recouvert de *Dermestes sp.* (larves et adultes).

Ces insectes sont utilisés pour nettoyer les résidus de chairs sans abîmer les os (cliché Sklmsta). *Philonthus marginatus* (cliché J. K. Lindsey).

Silphidae regroupent des espèces nécrophages ou prédatrices qui interviennent généralement durant la période de décomposition active, tandis que les Dermestidae colonisent les corps plus tardivement, lorsque les tissus sont momifiés.

. Ces espèces s'observent le plus souvent sur des cadavres en fin de décomposition, mais également dans des entrepôts et des zones de préparation de viande ainsi que dans certains nids

d'oiseaux.

- *Creophilus maxilosus* : Coléoptère Staphilinidae noir recouvert de pâles poils gris-jaunes. Sa répartition géographique est quasi mondiale, exceptée dans les régions afro-tropicales et australiennes. Les larves ainsi que les adultes sont prédateurs d'asticots

## **Le cadavre en décomposition, un repas de choix pour asticots**

Les mouches (Diptères) font partie des premiers insectes colonisateurs que l'on va retrouver sur un cadavre, certaines espèces étant capables de détecter un corps dès les premières heures suivant le décès. La femelle mouche va pondre ses oeufs sur le cadavre par grappes d'environ deux cent.

Une fois éclos, ces oeufs vont donner des asticots. Il n'est pas rare d'observer dans la nature des groupes allant d'une centaine à quelques milliers d'individus. Ce comportement grégaire (attraction entre les individus) caractéristique des asticots est commun à la plupart des espèces de diptères nécrophages.

Un des phénomènes les plus visibles dû à ce comportement est l'apparition, au sein de la masse d'asticots, d'une température nettement supérieure à la température ambiante. Pour accéder à la nourriture, les larves vont se déplacer, s'agiter, fouir, provoquant ainsi un dégagement de chaleur métabolique dû à leur activité musculaire.

La température ayant un effet direct sur la vitesse de développement des insectes, ce réchauffement local permet aux asticots de se développer plus rapidement. Une fois que les asticots se sont suffisamment nourris, ils s'éloignent et cherchent un abri pour se transformer en pupes. Les mouches adultes vont émerger de ces pupes et s'envoler... à la recherche d'autres cadavres à coloniser !

## **Insectes nécrophages et conditions climatiques**

La datation entomologique du décès va tenir compte de deux paramètres : les espèces d'insectes échantillonnées et les conditions environnementales. Le développement des insectes et leur activité (locomotrice, alimentaire...) sont influencés principalement par la température. La température est caractérisée par un environnement local ainsi que par des paramètres météorologiques comme le vent, les précipitations ou encore l'exposition au soleil.

Ces facteurs climatiques vont donc non seulement moduler la température, mais aussi perturber la colonisation du cadavre ainsi que le développement des individus.

Pour permettre une colonisation du corps et une activité de ponte, la température de l'environnement doit être optimale, généralement comprise entre 10-12 et 35 °C. En dessous de cette gamme de température, l'activité des individus est nulle et, en cas de températures trop extrêmes, ils meurent. Les valeurs exactes varient selon les espèces, qui sont plus ou moins résistantes aux conditions extrêmes. La mouche bleue de la viande (*Calliphora sp.*) est, par exemple, active même à basse température.

De même, la température conditionne le développement larvaire. Chaque espèce possède une température optimale de développement mais, d'une manière générale, la vitesse de développement augmente avec la température. Les autres facteurs climatiques ont été peu étudiés quant à leur effet sur l'entomofaune nécrophage, mais doivent également être pris en compte. La pluie, tout comme le vent, va inhiber le vol des adultes : elle va aussi retarder la ponte et favoriser l'action des larves sur les chairs en les liquéfiant.

Enfin, l'insolation, en produisant une augmentation locale de chaleur, va permettre l'activité de certaines espèces comme les *Calliphora spp.* De plus, il est possible d'observer des différences de colonisation (espèces et abondances différentes) selon l'insolation du corps.

Bien que la température soit un facteur majeur, il est donc important de prendre en compte les conditions climatiques dans leur ensemble.

### **Datation entomologique du décès**

Les méthodes actuelles de datation du décès reposent plutôt sur l'estimation de l'âge des insectes. Il est notamment possible de calculer le temps nécessaire au développement d'une larve, et donc d'en déduire le moment où celle-ci a été pondue. Le calcul de l'âge des insectes s'effectue généralement à partir des larves de diptères, et uniquement avec les insectes en cours de développement (il n'est, par exemple, pas possible de déterminer l'âge d'une puppe vide ou d'une mouche adulte).

Ce calcul dépend de deux éléments :

La température et l'espèce. À partir de ces informations, l'utilisation de modèles mathématiques de développement, vérifiées par les données expérimentales, permet de calculer les dates des pontes. S'agissant d'espèces nécrophages, la date des premières pontes sur le corps indique un moment où la victime était déjà décédée. Il est cependant important de garder à l'esprit que l'arrivée des insectes ne coïncide pas nécessairement avec le moment du décès : la "datation entomologique" réalisée correspond donc toujours à un délai post-mortem minimum, et non à la date du décès.