

Patrice Bourée
Alireza Ensaf



ÉLÉMENTS D'ENTOMOLOGIE **MÉDICALE**



ellipses

IV. Les diptères

L'ordre des diptères est un des ordres importants des insectes, comprenant plus de 150 000 espèces de mouches, moucherons, moustiques, taons, etc., parmi lesquelles une cinquantaine ont un rôle dans la transmission d'agents pathogènes pour l'homme, l'animal ou les végétaux (**Tableau V**). Mais ils ont aussi un rôle utile, occupant le second rang, après les hyménoptères, dans la pollinisation des plantes. En outre, de nombreuses espèces ont un rôle dans l'élimination des excréments (espèces coprophages) et des cadavres (espèces nécrophages) et leurs larves, qui vivent dans le sol, produisent une grande quantité d'humus.

Nématocères orthorrhaphes	Brachycères	
	orthorrhaphes	cyclorrhaphes
Cératopogonidae	Tabanidae	Calliphoridae
Culicidae		Drosophilidae
Phlébotomidae		Gasterophilidae
Psychodidae		Muscidae
Simuliidae		Oestridae

Tableau V. Principaux diptères d'intérêt médical.

Les diptères (du grec *di*: deux et *ptéra*: aile), caractérisés par la présence d'une seule paire d'ailes et d'une pièce buccale de type suceur, avec une trompe (ou proboscis), comprennent deux sous-ordres: les nématocères et les brachycères. La deuxième paire d'aile est transformée en balancier et sert d'organe de stabilisation pendant le vol. Les larves, vermiformes et toutes apodes, ont une capsule céphalique bien individualisée (eucéphales) ou incomplète (hémicéphales) ou encore incluse dans le thorax (acéphales).

Les nymphes peuvent rester en partie visibles ou s'entourer d'un tégument qui durcit en prenant une forme ovoïde, ou pupes. Les nématocères ont des antennes filiformes (du grec *nématos*: fil et *céros*: corne) composées de plus de trois articles et possèdent des ailes membraneuses longues. Les brachycères ont des antennes courtes (du grec *brachy*: court et *ceros*: corne), comprenant trois articles et ont une tête très mobile.

Les diptères, insectes à métamorphose complète, sont majoritairement ovipares et les stades larvaires varient de 3 (mouches) (**figure 5**), à 4 (diptères hématophages) voire à 6 ou 7 (*simuliidae*, *tabaniidae*). Les larves vivent dans une atmosphère humide ou dans l'eau et un régime alimentaire varié (carnassier, détritivore). Les nymphes ne se nourrissent pas. À partir de la nymphe, les adultes naissent en exerçant une pression soit au niveau dorsal de la puppe, en déclenchant une ouverture rectiligne (orthorrhaphes), soit sur une des extrémités de la puppe, en levant une calotte circulaire (cyclorrhaphes). Les diptères adultes sont aériens et ont un régime alimentaire varié, phytophage (mâles) ou hématophage (femelles).



Figure 5. Un diptère. *Sarcophaga* sp.

Source : Unité d'entomologie médicale, H.S.F (cf. chapitre myiases).

Références

- Darriet F. Des moustiques et des hommes. Chronique d'une pullulation annoncée. IRD; 2014
- Duvallet G, Chabasse D. Moustiques et pathogènes. Rev Fr Lab 2020; 524:34-43
- Ripert C. Epidémiologie des maladies parasitaires. T.4; Arthropodes et affections qu'ils provoquent. Ed Tec & Doc Lavoisier, 2007
- Rodhain F, Perez C. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed Maloine, 1985
- Rodhain F. Le microbe, l'insecte, l'homme et les autres. Le monde des maladies à vecteurs. Bull Acad Vet Fr 2015; 168 (1): 5-11

Segondy M. Infections virales transmises par les moustiques. Rev Fr Lab 2020; 524: 44-52

Schaffner F, Mathieu B. Identifier un moustique : morphologie classique et nouvelle technique moléculaire associée pour une taxonomie intégrée. Rev Fr Lab, 2020; 524:24-33

A. Les moustiques

Les Culicidae forment une famille appelée « moustiques », (mot dérivé de l'espagnol « mosquito »), ou encore maringouins au Canada et aux Antilles, classés dans l'ordre des Diptères et le sous-ordre des nématocères. Le mot de moustique apparaît pour la première fois dans le Dictionnaire de l'Académie Française de 1762 comme étant un insecte de petite taille, situé en Afrique et en Amérique, dont la piqûre est douloureuse et laisse sur la peau « une tache semblable à celle du pourpre ». Les premières classifications ont été établies par Carl von Linné en 1759 (genre *Culex*) puis par Johan Wilhem Meigen en 1818, (genres *Anopheles*, *Culex* et *Aedes*) et réactualisées de nombreuses fois en fonction des nouvelles découvertes. Il y a actuellement plus de 3 520 espèces de moustiques réparties en deux sous-familles, les Anophelinae (478 espèces) les Culicinae (3046 espèces), 156 sous-espèces et 44 genres. Ils sont présents dans le monde entier, sauf dans l'Antarctique. Dans tous les écosystèmes (savanes, forêts, villes) ils représentent le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes. Les larves étant aquatiques, la moindre source d'eau douce favorise leur pullulation. En France métropolitaine, 65 espèces ont été répertoriées.

1. De l'œuf à l'adulte

Les moustiques sont des insectes holométaboles. Leur développement, qui dure de 10 à 15 jours, passe par 4 stades, dont les trois premiers sont aquatiques et le dernier est aérien : œuf, larve (4 stades larvaires), nymphe et adulte.

Les œufs (mesurant en moyenne 0,5 mm), sont pondus à la surface de l'eau et flottent soit par des phénomènes de tension superficielle, soit grâce à la présence de flotteurs latéraux (œufs d'*Anopheles*) ou apicaux (œufs de *Culex*). Selon les espèces, les œufs sont pondus isolément (*Aedes*, *Anopheles*, *Toxorhynchites*) ou en amas qui sont flottants « en radeau » (*Culex*) ou fixés sur un support (*Mansonia*) (figure 6).

Une ponte comprend de 100 à 400 œufs, la fécondité d'un moustique femelle étant de 800 à 2 500 œufs. La durée du stade ovulaire est de 2 à 3 jours dans des conditions favorables. Certains œufs, dits « durables », peuvent supporter une dessiccation de plusieurs semaines ou mois et l'éclosion surviendra après la première pluie.

Les larves pondues au stade L1 (mesurant en moyenne 1 mm) vont muer en quelques jours pour aboutir au stade L4 (mesurant entre 1 et 4 mm), qui permet alors de les identifier. La tête est pourvue d'une paire d'antennes et de mandibules munies de dents, formant l'appareil masticateur, de type broyeur, entouré de soies qui y entraînent les aliments. Il y a deux paires d'yeux dont une petite qui sont les véritables yeux de la larve et une plus grosse, non encore fonctionnelle qui seront les yeux du futur adulte. Le nombre, la forme et la taille des soies céphaliques et antennaires permettent l'identification de l'espèce de larves. Le thorax, plus large que la tête, formé d'une masse aplatie dorso-ventralement, regroupe le prothorax, le mésothorax et le métathorax pourvus de soies.

L'abdomen, formé de 9 segments munis de soies, est pourvu, au niveau du 8^e segment, d'un siphon chitinisé, organe respiratoire pour les *Culex* (figure 7) et les *Aedes* (figure 8) alors que les *Anopheles* n'en possèdent pas, respirant directement par les pailles anales postérieures (figure 9). De ce fait, par rapport à la surface de l'eau, les larves de *Culex* ont une position oblique, alors que les larves d'*Anophèles* ont une position parallèle. Le 9^e segment, ou segment anal, fait un angle d'environ 130° avec l'axe du corps, est pourvu d'une plaque chitinisée, la selle, entourée d'épines et de soies, qui joue le rôle de gouvernail pour la larve. Ces larves sont très mobiles et plongent en profondeur pour se protéger ou pour se nourrir. Les larves de

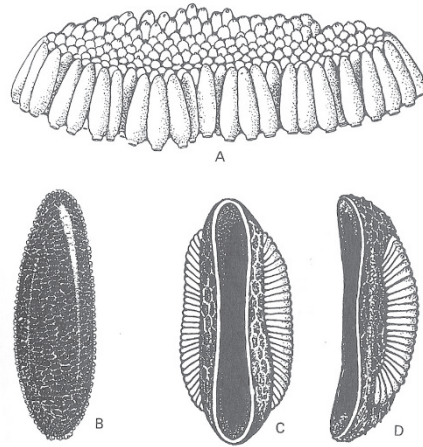


Figure 6. Morphologie schématique de l'œuf chez les moustiques.

- A : œuf de *Culex* en radeau ;
- B : œuf d'*Aedes* ;
- C : œuf d'*Anopheles* (de face) ;
- D : œuf d'*Anopheles* (de profil).

Source : Unité d'entomologie médicale, H.S.F.

moustiques ont un rôle important dans l'écosystème aquatique, en filtrant jusqu'à deux litres d'eau par jour et en se nourrissant de micro-organismes et de déchets organiques, participant ainsi à la bio-épuration des eaux marécageuses. Certaines larves (*Toxorynchytes*) sont des prédatrices des larves de culicidés, pouvant dévorer 10 à 20 larves d'*Aedes* par jour. En outre, les cadavres des larves, dégageant de l'azote, sont utiles pour la croissance des plantes.

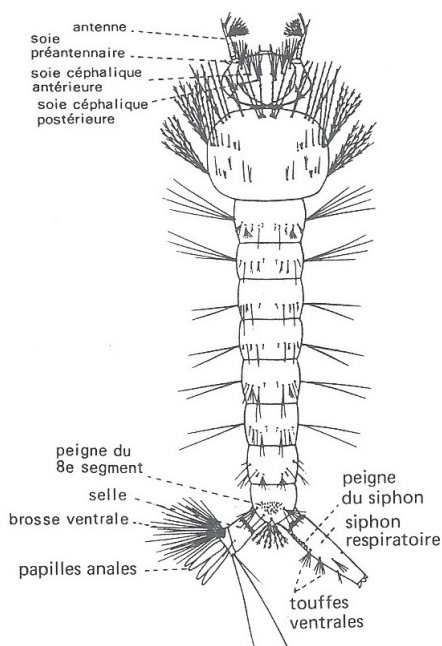


Figure 7. Morphologie schématique de la larve de *Culex*.

Source : Unité d'entomologie médicale, H.S.F.

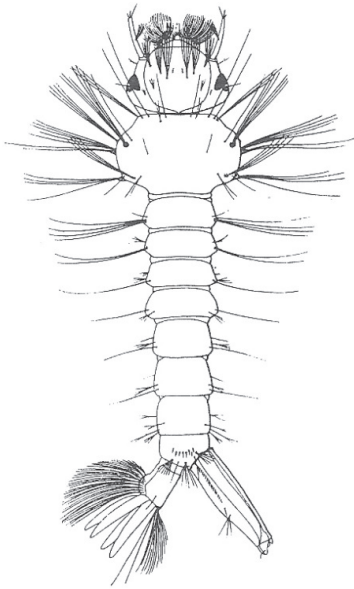


Figure 8. Morphologie schématique de la larve d'*Aedes*.

Source : Unité d'entomologie médicale, H.S.F.

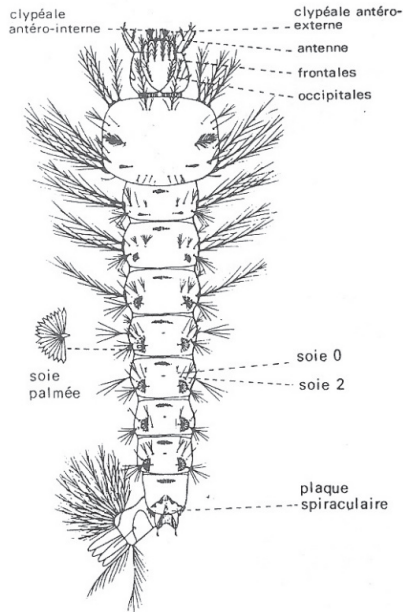


Figure 9. Morphologie schématique de la larve d'*Anopheles*.

Source : Unité d'entomologie médicale, H.S.F.

La nymphe, aquatique, a une forme en virgule, avec un céphalothorax globuleux, qui comporte deux trompettes respiratoires et les yeux du futur adulte, équivalent au siphon respiratoire de la larve. L'abdomen est composé de 9 segments porteurs de soies et le 9^e segment, plus petit, porte des palettes natatoires. La nymphe ne se nourrit pas, mais subit des transformations pour aboutir en 1 à 5 jours, au stade adulte, par rupture du céphalo-thorax. Cette « naissance » dure environ une quinzaine de minutes, très dangereuse pour le moustique, soumis aux prédateurs, expliquant une mortalité pouvant aller jusqu'à 80 %.

2. Structure du moustique adulte

Le moustique adulte a une taille de 3 à 40 mm, variable selon les espèces, un corps mince et des pattes longues et fines. La tête possède des antennes longues et fines, composées de 14 articles (femelle) ou de 15 articles (mâle), qui sont porteuses de verticilles de soie, nombreuses

et longues chez le mâle (antennes plumeuses) et courtes et rares chez la femelle (antennes glabres) (**figure 10**). Deux yeux, composés de nombreux ommatides, sont situés en position latérale. Les pièces buccales sont de type piqueur, avec une trompe ou proboscis. La femelle possède des stylets : 2 mandibules, 2 maxilles et le labre, en forme de gouttière (canal alimentaire) et acéré en biseau à son extrémité. Ces pièces buccales sont protégées au repos par une fine enveloppe, le labium, dont l'extrémité est pourvue de deux languettes ou labelles (**figure 11**).

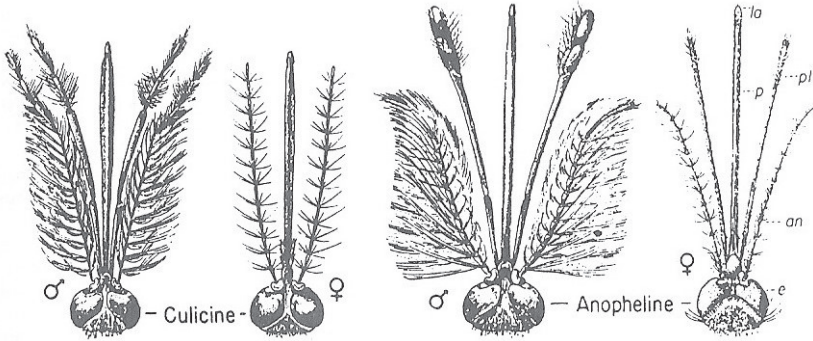


Figure 10. Morphologie schématique de la tête chez les moustiques.
An: antenne; e: œil; la: labelles; p: trompe ou proboscis; pl: palpe.

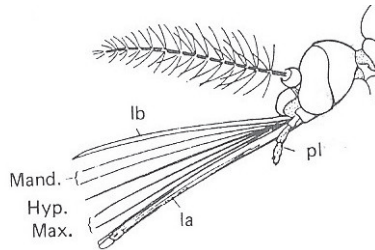


Figure 11. Morphologie schématique de profil de la tête chez les moustiques, avec les pièces buccales.
Hyp: hypopharynx; la: labium; lb: labre; mand: mandibules; max: maxilles; pl: palpe maxillaire.

Lors du repas sanguin, le labium se replie et ne pénètre pas dans les téguments. Les stylets, qui délimitent deux canaux, pénètrent dans les téguments jusqu'aux capillaires (**figure 12**).

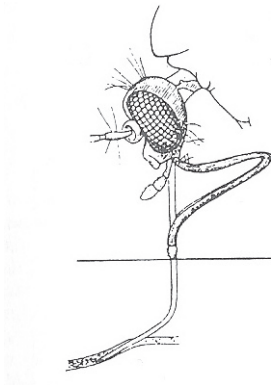


Figure 12. Morphologie schématique du mécanisme de la piqûre, montrant l'insertion des pièces buccales dans un capillaire et le repli du labium à la surface de la peau.

Le moustique injecte, par un canal, du liquide salivaire qui contient un anticoagulant et des enzymes pour ramollir la peau, mais est responsable des réactions allergiques locales et parfois générales (les réactions d'hypersensibilité pouvant être immédiates ou retardées), et par l'autre, aspire de 4 à 10 mm³ de sang. Si le moustique avait précédemment aspiré le sang d'un sujet infesté par un agent pathogène (virus, parasite), il inoculera, après quelques jours de maturation, cet agent pathogène avec son liquide salivaire lors d'un repas sanguin suivant. La piqûre d'un moustique dure de 2 à 3 secondes. Enfin, la tête porte des palpes maxillaires de tailles différentes selon l'espèce et le sexe.

Le thorax est formé de 3 segments soudés (prothorax, mésothorax et métathorax). Le mésothorax, hypertrophié, renferme les muscles des ailes et porte les ailes longues et nervurées (6 nervures) avec des écailles teintées le long des nervures et sur le bord antérieur ou postérieur (**figure 13**). Ces ailes permettent aux moustiques de voler à 3 km/h en moyenne. Par ailleurs, chaque segment est pourvu d'une paire de pattes longues et fines, formées de cinq parties : coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse) et comporte des écailles dont la répartition varie selon les espèces et en permet l'identification (**figure 14**).