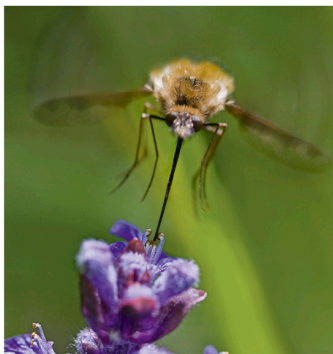
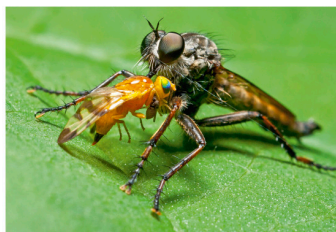


PLUS DE
300
ESPÈCES

DENIS RICHARD
PIERRE-OLIVIER MAQUART

MOUCHES ET MOUSTIQUES D'EUROPE

Reconnaître les principales
familles de Diptères



GUIDE DELACHAUX


DELACHAUX
ET NIESTLÉ

**MOUCHES
ET MOUSTIQUES
D'EUROPE**

DENIS RICHARD
PIERRE-OLIVIER MAQUART

MOUCHES ET MOUSTIQUES D'EUROPE

Reconnaître les principales
familles de Diptères

Responsable éditoriale : Stéphanie Zweifel.
Suivi éditorial : Caroline Bouchet.
Conception graphique et mise en pages : Nord Compo.
Fabrication : Titouan Roland.
Préparation de copie : Monika Gabbay.
Relecture sur épreuves : Caroline Bouchet.

© Delachaux et Niestlé, 2024.
ISBN : 978-2-603-02822-3.
Dépôt légal : mars 2024.
Photogravure : Chromostyle
Achevé d'imprimer en février 2024 par Rotolito Romania. Imprimé en Roumanie.

Cet ouvrage ne peut être reproduit, même partiellement ou sous quelque forme que ce soit (photocopie, décalque, microfilm, duplicateur ou tout autre procédé analogique ou numérique), sans une autorisation écrite de l'éditeur.
Tous droits réservés pour tout pays.

**CHARTRE
DELACHAUX
ET NIESTLÉ**

- 1 L'éditeur nature de référence **depuis 1882**.
- 2 Le fonds éditorial le plus complet en langue française avec **plus de 450 ouvrages** consacrés à la nature et à l'environnement.
- 3 Des auteurs **scientifiques et naturalistes reconnus**.
- 4 Les **meilleurs illustrateurs naturalistes**, pour la précision et le réalisme.
- 5 Des ouvrages spécifiquement adaptés à l'utilisation sur le **terrain**.
- 6 Des **contenus actualisés** régulièrement pour relayer les avancées scientifiques les plus récentes.
- 7 Une **démarche éco-responsable** pour la conception et la fabrication de nos ouvrages.
- 8 Une **approche pédagogique** qui sensibilise les plus jeunes à l'écologie.
- 9 Une réflexion qui éclaire les **grands débats sur l'environnement** (biodiversité, changement climatique, écosystèmes).
- 10 Une implication aux côtés de tous ceux qui œuvrent en faveur de la **protection de l'environnement** et de la conservation de la biodiversité.

RETROUVEZ-NOUS SUR WWW.DELACHAUXETNIESTLE.COM ET SUR FACEBOOK



DELACHAUX
ET NIESTLÉ

Sommaire

INTRODUCTION

Diptères : méconnus mais indispensables	9
Cycle biologique des Diptères	11
Les Diptères et l'environnement	18
Présentation basique des Diptères adultes	20
Clé de détermination des familles de Diptères d'Europe	35

NÉMATOCÈRES

Anisopodidae	66	Keroplastidae	95
Bibionidae	67	Limoniidae	97
Blephariceridae	71	Mycetobiidae	102
Bolitophilidae	73	Mycetophilidae	103
Cecidomyiidae	74	Psychodidae	106
Ceratopogonidae	78	Ptychopteridae	107
Chaoboridae	81	Scatopsidae	108
Chironomidae	82	Simuliidae	109
Culicidae	85	Tipulidae	111
Cylindrotomidae	92	Trichoceridae	115
Ditomyiidae	94		

BRACHYCÈRES

Acroceridae	118	Aulacigastridae	144
Agromyzidae	121	Bombyliidae	145
Anthomyiidae	123	Braulidae	157
Anthomyzidae	126	Calliphoridae	158
Asilidae	127	Camillidae	166
Asteiidae	141	Canacidae	167
Athericidae	142	Carnidae	168



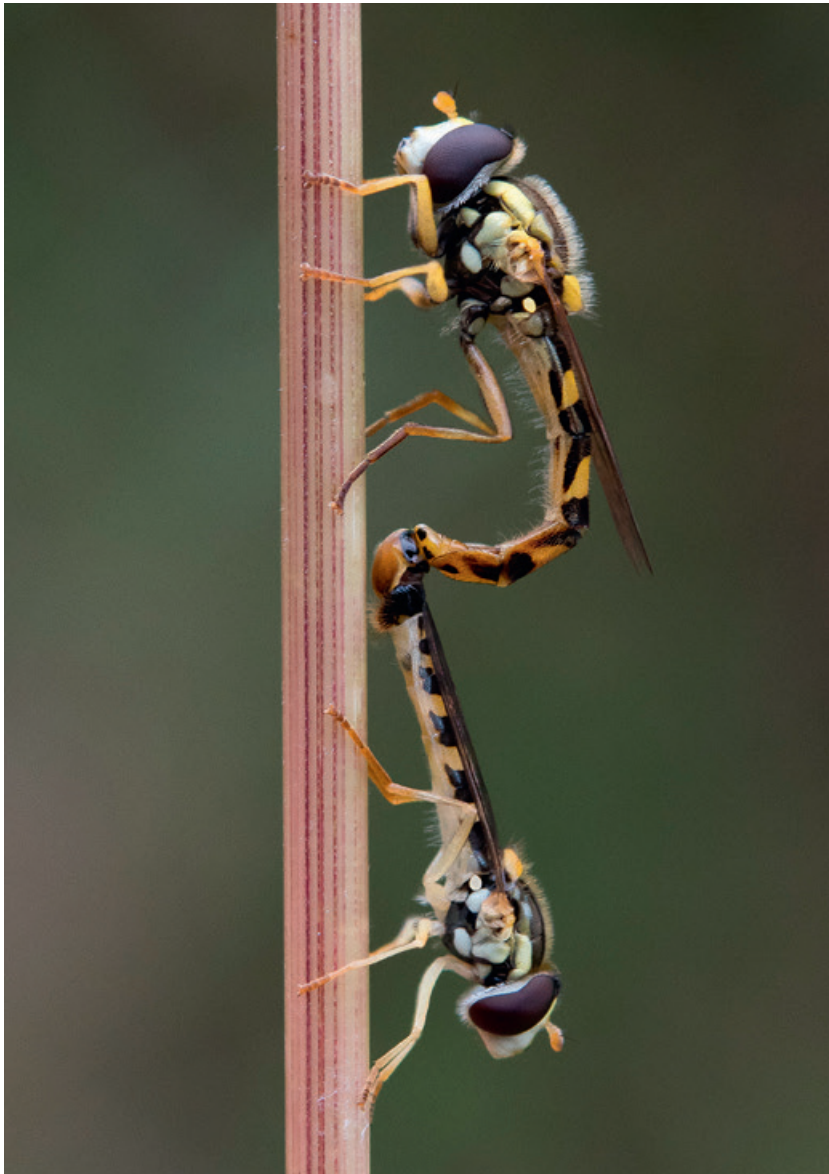
Un bombyle (*Bombylius canescens* Mikan, 1796) sur une fleur de sauge. Floricole, ce Diptère affectionne les milieux arides ou semi-arides.

Chamaemyiidae	169	Oestridae	224
Chloropidae	170	Opetiidae	226
Chyromyidae	174	Opomyzidae	227
Clusiidae	175	Pallopteridae	229
Coelopidae	177	Phaeomyiidae	230
Coenomyiidae	178	Phoridae	231
Conopidae	179	Piophilidae	232
Cryptochetidae	185	Platypezidae	234
Diastatidae	186	Platystomatidae	235
Diopsidae	187	Psilidae	236
Dolichopodidae	188	Rhagionidae	237
Drosophilidae	191	Rhiniidae	239
Dryomyzidae	193	Rhinophoridae	240
Empididae	194	Sarcophagidae	242
Ephydriidae	197	Scathophagidae	245
Fanniidae	199	Scenopinidae	247
Heleomyzidae	200	Sciomyzidae	248
Hippoboscidae	202	Sepsidae	250
Hybotidae	204	Sphaeroceridae	251
Lauxaniidae	205	Stratiomyidae	253
Lonchaeidae	208	Syrphidae	258
Lonchopteridae	209	Tabanidae	266
Megamerinidae	210	Tachinidae	269
Micropezidae	211	Tanypezidae	276
Milichiidae	213	Tephritidae	277
Muscidae	214	Therevidae	280
Mydidae	220	Ulidiidae	282
Nemestrinidae	221	Vermileonidae	283
Nycteribiidae	222	Xylomidae	284
Odiniidae	223	Xylophagidae	285

ANNEXES

Connaître les Diptères	288
Glossaire	293
Index	300

INTRODUCTION



Accouplement du Syrphe porte-plume (*Sphaerophoria scripta*, Syrphidae).

DIPTÈRES : MÉCONNUS MAIS INDISPENSABLES

L'ordre des Diptères réunit entre 150 et 160 000 espèces, réparties dans quelque 150 à 160 familles (ces nombres varient selon les auteurs¹) : il s'agit des mouches et des moustiques mais aussi des cousins, des taons, des syrphes, etc., moins connus. Par son importance au sein de la classe des insectes, ce groupe arrive après celui des Coléoptères (environ 390 000 espèces) et celui des Lépidoptères (environ 180 000 espèces) et représente 10 à 15 % de la biodiversité planétaire. Ces chiffres sont, de plus, minimaux car nombre de ses représentants restent à décrire : des spécialistes estiment qu'il existerait jusqu'à 700 000 espèces, voire plus. Région la mieux prospectée, le Paléarctique en compte entre 45 000 et

46 000, dont quelque 19 000 connues d'Europe (cf. *Fauna Europaea*). Extraordinairement diversifiés aux plans anatomique et biologique, les Diptères peuplent tous les milieux naturels, à l'exclusion des océans². Ils s'observent des régions les plus arides aux plus humides, sur les littoraux, dans les eaux saumâtres, à de hautes altitudes comme sous des latitudes subpolaires, dans le monde hypogé... sans oublier leur omniprésence dans les milieux anthropisés. Ces insectes jouent un rôle essentiel par les services écosystémiques rendus. Toutefois, certains transmettent des maladies infectieuses, véhiculent des virus phytopathogènes, parasitent le bétail, nuisent aux productions agricoles ou aux denrées stockées.

1. Le chiffre de 162 familles est classiquement avancé, cf. Pape Th. et al. (2011), *Order Diptera Linnaeus, 1758*. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*, Zootaxa n° 3148.

2. Quelques espèces vivent néanmoins dans les mers tropicales, sur et au-dessus des algues de surface nourrissant leurs larves.

La première partie de ce guide résume ce que sont les Diptères : elle présente à grands traits leur cycle biologique, leurs rôles environnementaux puis des éléments indispensables à une reconnaissance basique des adultes par le naturaliste.

La seconde partie présente quelque 300 Diptères européens. Une clé (pp. 36 à 62) permet presque toujours d'associer le Diptère observé à l'une des familles de l'ordre représentées sur notre continent. Il est en effet impossible de proposer un outil de détermination allant jusqu'à l'espèce,

d'autant plus que la validation des éléments indispensables à une telle diagnose requerrait une discrimination entre des caractères qui n'est guère à la portée de tout naturaliste – elle relève parfois de la génétique.

Sont seulement retenues, pour les familles présentées, une ou quelques espèces, sous la forme d'un bref portrait illustré intégrant souvent des données biologiques ou éthologiques. Malgré l'arbitraire qu'impose le défi éditorial d'illustrer la diversité de cette faune dans un volume contraint, ce choix trouve sa logique dans la banalité de ces

espèces, leur intérêt pour la santé publique ou animale, leur importance économique ou écologique, leur singularité biologique ou éthologique, sans oublier la beauté de beaucoup d'entre elles. À l'exception d'une minorité d'espèces de diagnose aisée, cette présentation ne saura suffire à lever les ambiguïtés de leur détermination : pour cette raison, une annexe offre des repères pour s'aventurer dans le champ de la diptérologie.

Ce guide n'a donc d'autre ambition que de proposer une introduction à la connaissance des mouches, taons, simulies, moustiques, cousins et apparentés. S'il ne fait qu'entrouvrir des portes ou suggérer des pistes, nous espérons qu'il constituera un compagnon pour ceux, naturalistes, étudiants ou amoureux de la nature, qui désirent aller à la rencontre de ces insectes, omniprésents, si proches et... si singuliers.



Larve de syrpe au milieu de ses proies, des pucerons.

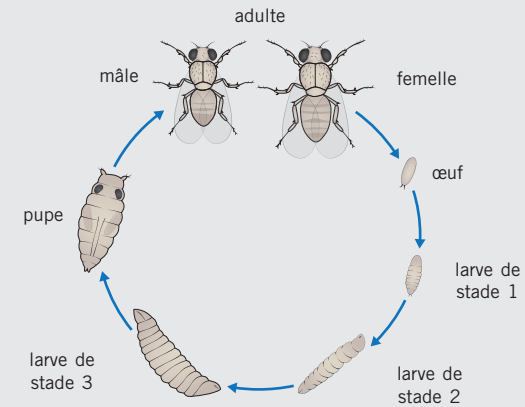
CYCLE BIOLOGIQUE DES DIPTÈRES

Si les premiers insectes sont connus de dépôts du Silurien datés d'il y a plus de 400 millions d'années (MA), l'apparition des Diptères est plus récente. Décrit en 1994, *Grauvogelia arzville-riana*, un moucheron d'environ 4 mm, a été découvert dans des couches du Trias inférieur à moyen, à Arzwiller (Moselle) : vivant il y a 247 à 252 MA, il s'agit du plus ancien de ces insectes connu à ce jour. Mais ses caractères alaires suggèrent que les mouches existaient depuis déjà longtemps lorsqu'il volait ! Les Diptères que nous observons témoignent donc d'une longue évolution, expliquant leurs particularités morphologiques et leur adaptation à des niches écologiques souvent spécifiques.

À l'instar des Lépidoptères, des Coléoptères et d'autres insectes, les Diptères sont holométaboles : le passage de la larve à l'adulte sexué (imago) implique une métamorphose complète, car ces étapes de son existence n'ont rien en commun. La larve n'a ainsi ni le mode de vie, ni

le régime alimentaire de l'adulte, tandis que l'insecte investit une niche écologique différente à ces deux stades – ce qui constitue un atout évolutif mais nécessite qu'ils disposent dans leur lieu de vie des ressources nécessaires à la larve comme à l'adulte.

En partie aquatique (eau douce) pour de nombreuses espèces, le cycle des Diptères, analogue à celui de tout insecte holométabole, est résumé dans le schéma ci-dessous. Il commence par un développement embryonnaire dans un œuf, suivi d'une croissance larvaire en trois stades qui séparent des mues. Cette phase précède la phase nymphale, qui voit la transformation de la larve en adulte. Ce cycle peut être bref, de l'ordre parfois de quelques jours, ou durer plusieurs mois. Pendant son développement, l'insecte affronte les conditions défavorables (froid, chaleur, sécheresse) en entrant en diapause sous forme d'œuf ou de nymphe, moins communément sous forme larvaire ou sexuée.



Cycle type d'un Diptère.

■ **Cœufs et développement embryonnaire.** Les femelles, généralement dépourvues d'ovipositeur spécialisé, pondent avec leur abdomen souvent étirable parfois terminé par une extrémité sclérifiée. Certains groupes font exception : les Tephritidae par exemple (p. 277) sont dotés d'un ovipositeur allongé en tarière.

Les œufs sont déposés à même le substrat du développement larvaire ou non loin (végétaux terrestres ou aquatiques, champignons, litière forestière, vase, charognes, excréments, fumier, etc.) ; ceux des parasitoïdes, minuscules (dits « microtypes ») le sont sur les hôtes ou sur les plantes dont se nourrissent les hôtes, qui s'infestent alors en se nourrissant ; les Diptères ayant un développement aquatique pondent souvent des chapelets d'œufs inclus dans une matière gélatineuse adhérente à un support ou des œufs demeurant entre deux eaux grâce à des flotteurs.

Certains Diptères sont ovovivipares, voire vivipares (larvivipares), une adaptation à la ponte sur des substrats se dégradant rapidement (charognes, excréments) ou sur des hôtes vivants, impliquant que la larve puisse bénéficier sans tarder de la provende. Plus encore : la larve peut se développer dans l'abdomen au point de se nymphoser sitôt « pondue » (pupiparité) : c'est le cas chez des Hippoboscidae, Nycteriibiidae, Streblidae, etc., qui prélèvent suffisamment de nutriments dans le sang des vertébrés pour permettre cette croissance interne. Constitué comme celui de tout insecte, l'œuf n'est pas décrit ici. La durée de ce stade est généralement brève (sauf diapause).

■ **Larves et développement larvaire.** La vie larvaire représente la plus longue des étapes du cycle, celle où le Diptère accumule l'essentiel de ses réserves énergétiques. Si les

larves demeurent inconnues pour l'immense majorité des espèces, celles qui sont décrites se révèlent d'une diversité morphologique et biologique incroyable : sont présentées dans ce guide certaines d'entre elles, aux caractéristiques particulières (ex. : larves de tipules, pp. 113-114).

De façon générale, une larve de Diptère évoque un ver plus ou moins filiforme ou aplati dorsalement, parfois renflé, voire boudiné. Ses tagmes (tête, thorax, abdomen) sont souvent peu différenciés, parfois plus ou moins fusionnés. La plupart n'ont de sclérifiées que leurs mandibules et leur capsule céphalique. Les organes sensoriels sont réduits. La larve se déplace grâce à des bourrelets locomoteurs charnus ventraux, des soies raides ou des épines abdominales permettant aussi son éventuel ancrage au substrat ou à son hôte. Chez diverses espèces parasitoïdes, la larve diffère au stade 1, voire 1 et 2, du (des) stade(s) suivant(s) : ces hypermétamorphoses lui offrent une mobilité suffisante pour parasiter l'hôte avant de perdre cette capacité. Ainsi, le planidium¹ issu de l'œuf déposé sur un hôte (chenille, etc.) y pénètre en rampant par un stigmate ou en perforant la membrane intersegmentaire (exemples chez les Tachinidae, Bombyliidae, Acroceridae).

La majorité des larves tirent profit de la matière organique plus ou moins putrescente et des micro-organismes qui y prolifèrent : elles sont saprophages (plantes, champignons, fromages, etc.), coprophages (excréments, guano) ou nécrophages (beaucoup intéressent alors la médecine légale car leur stade de développement sur un cadavre contribue à dater le décès). Produites à cette fin en laboratoire dans des conditions aseptiques, des larves nécrophages de Calliphoridae (ex. : Lucilie soyeuse p. 163) se nourrissent de tissus



Le développement de nombreux Diptères se fait en milieu aquatique. Les larves de Culicidae (moustiques) font affleurer l'extrémité abdominale à la surface, respirant par des stigmates ouverts à l'extrémité d'un siphon (ici des larves de *Culex* et une nymphé en surface, p. 86,90) ou sur l'avant-dernier segment (ex. : anophèles, p. 86,88). Certaines espèces puisent l'air dans les canaux aërières des végétaux qu'elles perforent. D'autres captent l'oxygène dissous dans l'eau à travers leur cuticule. Les nymphes de moustiques (ici une nymphé en surface) se meuvent grâce à des soies natatoires et à une paire de palettes terminant l'abdomen ; elles captent l'oxygène de l'air grâce à des tubes respiratoires thoraciques.

nécrosés en respectant les tissus sains : c'est la base d'une technique de débridement de plaies ulcéreuses.

Des larves, nombreuses elles aussi, attaquent les organes végétaux, souterrains ou aériens. Certaines provoquent des déformations tissulaires ou la croissance de galles au sein desquelles elles se nourrissent et se protègent. En Europe, 270 à 300 espèces de Diptères sont tenues comme ravageuses des plantes cultivées, des forêts ou des denrées (principalement fruits et graines stockés) ; leur pullulation a surtout pour origine l'ambition productiviste qui malmène une biodiversité constituant pourtant le meilleur atout de la filière agricole et altère l'équilibre avec leurs ennemis naturels.

Les larves microphages se nourrissent d'organismes unicellulaires : algues, protozoaires, champignons, bactéries, par

filtration de ce plancton en milieu aquatique ou semi-aquatique.

D'autres larves, prédatrices, s'attaquent à des organismes plus conséquents, comme des pucerons, cochenilles, larves d'insectes coprophages ou nécrophages, etc. Celles qui parasitent des Vertébrés (dont l'Homme) se nourrissent aux dépens de leurs tissus, externes ou internes (Oestridae, Hippoboscidae) sans les tuer : elles n'en sont pas moins à l'origine d'infections parasitaires parfois sévères (myiases).

À l'échelle mondiale, plus de 18 000 espèces de Diptères sont parasitoïdes (environ 20 % des parasitoïdes connus) : leurs larves se nourrissent des tissus d'un hôte (ver, arthropode, mollusque, vertébré tel un crapaud) qu'elles finissent par tuer : c'est le cas de Bombyliidae, Sarcophagidae, Phoridae et Tachinidae. Des espèces prédatrices ou

1. Un planidium est une forme de larve de premier stade chez de nombreux insectes parasitoïdes. Il est généralement aplati, fortement sclérifié et surtout, mobile. La fonction du stade planidien est de trouver l'hôte aux dépens duquel les stades larvaires ultérieurs se nourriront.

parasitoïdes sont de précieux auxiliaires de l'agriculture, utilisés dans la lutte biologique contre les pucerons, cochenilles, psylles, acariens, cicadelles, criquets ou encore Lépidoptères et Coléoptères problématiques pour les cultures.

Ajoutons qu'à l'échelle de la planète, environ 500 espèces de Diptères sont myrmécophiles : seule une minorité se rencontre en Europe (p. 231, 253 et 263).

■ **Nymphes, pupes et développement nymphal.** La transformation de la larve en adulte sexué passe par une étape dite nymphale. La nymphe ne se nourrit pas et reste généralement immobile (il y a des exceptions comme les moustiques, voir illustration p. 13). Durant entre un jour (moustiques) et quelques semaines, ce stade est souvent celui où l'insecte en diapause affronte des conditions environnementales défavorables (froid, chaleur). Deux types de nymphes distinguent les Diptères Orthorrhaphes des Cyclorrhaphes (cf. glossaire) : cette partition n'a d'intérêt que biologique et non plus taxonomique.



Sa forme elliptique évoquant les cocons nymphaux des fourmis au sein desquelles elle s'observe, la larve des *Microdon* (Syrphidae) dérouta au XIX^e siècle nombre de naturalistes, qui la décrivent comme un mollusque ou une limace. En 1839, l'Allemand August F. Schlothauer comprit le premier que cet organisme singulier était la larve d'un syrphe.

■ **Adultes : le temps de la reproduction.** Vivant entre quelques heures et quelques mois, l'adulte sexué perpétue l'espèce et la dissémine par le vol – sauf rares exceptions d'espèces aptères. Son activité est généralement diurne bien que de nombreuses espèces volent au crépuscule, à l'aube, voire la nuit. Des Diptères peuplent tous les milieux, certains étant plus ou moins inféodés au monde souterrain, d'autres aux hautes altitudes. Ce guide descriptif ne permettant pas d'illustrer ces aspects biologiques, leurs mœurs sont résumées aux fonctions de nutrition et de reproduction.

La plupart des Diptères adultes doivent se nourrir pour assurer leur activité, notamment le vol (il en est toutefois qui, vivant aux dépens des réserves accumulées par la larve, ne s'alimentent pas). Leurs pièces buccales sont diversement adaptées à cette fin. Beaucoup sont floricoles : ils aspirent sur les fleurs du nectar ou s'y nourrissent de pollen que certains écrasent grâce à leur labelle (lobe paire de l'extrémité de la trompe) sclérifié, participant ainsi à la pollinisation des végétaux. Diverses espèces exploitent



Larve de Mouche soldat noire (*Black soldier fly* ou BSF, *Hermetia illucens*, p. 255). Cette mouche originaire d'Amérique du Sud n'est pas invasive. Si l'adulte ne se nourrit pas, sa larve est utilisée dans l'éco-industrie pour la bioconversion des déchets organiques.

le miellat des pucerons. Autre stratégie : des Diptères saprophages – certains étant par ailleurs floricoles – s'alimentent de matière organique en décomposition, plus ou moins liquide (cadavres, excréments, fumier, etc.). Des espèces hématophages se nourrissent du sang d'oisillons ou d'autres animaux juvéniles dans les nids, terriers, etc. Les Diptères prédateurs présentent une morphologie spécifique : pattes antérieures ravisseuses, autres pattes denticulées pour assurer la préhension des proies, trompe sclérifiée, vol extrêmement rapide (Asilidae, Empididae, Scathophagidae, Dolichopodidae, Ephyridae, etc.). Ils attaquent des insectes, chassant en vol ou à l'affût sur le feuillage, les excréments, le compost ou les fleurs. Des Cecidomyiidae, Chloropidae ou Milichiidae sont kleptoparasites d'araignées : ces mouches se nourrissent des proies immobilisées dans leurs toiles.

Les Diptères ont une reproduction sexuée, même si des espèces sont capables de parthénogenèse. L'accouplement se fait au hasard des rencontres. Il se joue aussi au sein des essaims¹ que forment les mâles de nombreuses espèces, avant tout des Nématocères, rassemblant quelques dizaines à quelques milliers d'individus qui attirent les femelles ; ces groupements sont plus rarement mixtes (ex. : *Palpomyia brachialis*, Chironomidae ; *Rhamphomyia* sp., Empididae). Les insectes volent alors presque sur place, s'élevant et descendant en synchronie dans les airs un peu comme s'ils respectaient une chorégraphie. Les mâles peuvent aussi chercher activement les femelles ou les attendre sur un substrat alimentaire, un site de ponte, près de la nymphe à maturité, etc. Ils se livrent chez certaines espèces à des parades nuptiales ou manifestent des comportements territoriaux visant, posés ou en vol stationnaire, à surveiller les alentours pour en éloigner tant leurs rivaux que d'autres insectes volant non loin (ex. : divers syrphes).



Des Diptères colonisent des milieux froids, boréaux, alpins ou boréoalpins. Ainsi, les larves de certains Chironomidae (p. 82) vivent dans les torrents ou les lacs glaciaires, au plus près des névés, voire sous les névés. Le réchauffement climatique entraîne la disparition de ce type de faune (ici *Diamesa steinboeckii* Goetghebuer, 1933, un Chironomidae).



Desmometopa sp. (Milichiidae) s'attaquant à la proie d'une thomise. Ces mouches minuscules s'approchent de l'araignée en remontant le flux aérien et essaient parfois même de se poser sur ses appendices buccaux, probablement attirées par les produits volatils que libère la digestion externe de la proie.

1. Ces essaims n'ont, biologiquement parlant, rien à voir avec les essaims des Hyménoptères sociaux.

Repas de sang

L'apport nutritif du sang d'un vertébré conditionne la maturation ovocytaire chez la femelle de nombreux Diptères (moustiques, taons, simulies, notamment). Il lui faut « piquer » (mordre, anatomiquement parlant) de façon souvent spécifique quant à l'espèce (gros Mammifères, Homme, autre), parfois quant à la zone (patte, dos, occiput, etc.) ou quant au moment de la journée. Un repas de sang est pris après l'émergence du Diptère, puis entre deux pontes.



La femelle du moustique (ici un Moustique tigre *Aedes albopictus*, p. 88) localise les sources de sang par des stimuli visuels, acoustiques et olfactifs (dioxyde de carbone, acides gras, etc.). Elle « pique » avec ses organes buccaux. Les stylets, flexibles, traversent l'épiderme à la recherche d'un vaisseau où aspirer le sang. Via un autre canal buccal, elle instille simultanément sa salive riche en substances anticoagulantes et antiagrégantes (à l'origine de réactions allergiques) et vectrice d'agents pathogènes. Elle prélève entre 1 et 10 µl de sang.



Les parades nuptiales des Asilidae sont souvent étonnantes. Ce mâle d'*Heteropogon manicatus* offre une fourmi ailée à une femelle.

Les rôles écosystémiques des Diptères sont multiples. Ici, attirées par l'odeur d'un Satyre puant, ces mouches contribueront à en véhiculer les spores tout comme elles participent à la pollinisation des végétaux.

**Se défendre**

Les larves comme les adultes des Diptères attirent nombre de prédateurs : Vertébrés (chauves-souris, oiseaux, batraciens, reptiles, poissons, etc.) ou Arthropodes (araignées, Coléoptères prédateurs, larves de libellules, etc.). La défense des adultes repose sur l'évitement, parfois l'autotomie (tipules perdant une ou deux pattes). Les larves sont souvent protégées au sein du substrat nutritif, certaines dans des abris : ainsi, celles des chironomes, aquatiques, tissent un tube lâche mêlant diatomées et débris fixés aux pierres ou aux mousses. Autre modalité de protection : le mimétisme. Ainsi, des syrphes adultes (ex. : *Eristalis* sp.) imitent par leur morphologie, par leur livrée, voire par le son, le vol ou le comportement, des Hyménoptères (abeilles, guêpes, bourdons) – un mimétisme batésien plus ou moins dissuasif à l'égard de leurs prédateurs. Toujours chez les syrphes, les larves aux stades I et II de *Microdon* myrmécophiles ressemblent aux cocons des fourmis hôtes (*Camponotus*, *Formica*) dont elles sont prédatrices (iconographie p. 14) : elles ne sont pas attaquées car elles semblent dotées de caractères chimiques et physiques entretenant la confusion avec leurs hôtes.



Vivant au sein de mousses et sphaignes humides, la larve de *Triogma trisulcata* (Cylindrotomidae) se fond aisément dans son milieu grâce à des appendices évoquant des feuilles de Bryophytes.



Mimétisme syrphé-bourdon : ici une femelle d'*Eristalis intricaria* (Linné, 1758), une mouche évoquant un bourdon.

LES DIPTÈRES ET L'ENVIRONNEMENT

Comme nombre d'organismes vivants, les Diptères sont aujourd'hui menacés tant dans leur diversité, à commencer par les espèces écologiquement exigeantes, que dans les effectifs de beaucoup d'espèces. Leur déclin est lié aux activités humaines : agriculture intensive, artificialisation et dénaturation des milieux, perturbations en cascade d'autres chaînons de la biodiversité auxquels ils sont associés (végétaux notamment), bouleversement climatique, « aseptisation » des milieux naturels, etc. Seuls les spécialistes se préoccupent du devenir de ces insectes qui, pourtant, ne méritent pas un tel dédain. En effet, bien qu'ils œuvrent discrètement, les

Diptères jouent un rôle écosystémique essentiel de par leur diversification, leur ubiquité et leur importance quantitative. Les espèces causes de nuisances par leur pullulation, par l'attaque de végétaux ou de denrées stockées ou par les infections transmises, restent minoritaires. De plus, si leurs vols sont moins emblématiques que ceux d'autres insectes, des papillons notamment, des Diptères n'en effectuent pas moins des migrations saisonnières ayant un impact considérable (transfert de biomasse et d'éléments nutritifs, brassage pollinique, prédation de pucerons, etc.). Ce guide ne saurait donc éluder cette brève présentation de leurs rôles.

■ Maillons de la chaîne alimentaire.

Par leur nombre et leur omniprésence, les Diptères constituent, à tous leurs stades de développement, en milieu terrestre comme aquatique, une ressource trophique pour les prédateurs insectivores.

■ Recycleurs de matière organique.

Les larves des Diptères jouent un rôle cardinal dans la transformation de la biomasse : elles recyclent la matière organique végétale comme animale en décomposition et contribuent à éliminer déjections et charognes. Les larves aquatiques microphages filtrent et assainissent l'eau (jusqu'à 2 litres par jour pour celle d'un moustique) dont elles recyclent les composants organiques en contribuant à y réguler les populations microbiennes. Via la chaîne trophique, elles transfèrent du milieu aquatique au milieu terrestre une quantité considérable de matière et d'énergie. Leurs déjections et leurs cadavres libèrent des nutriments indispensables à la croissance des plantes aquatiques.



Le Stratiomyidae *Odontomyia hydroleon* (Linné, 1758) est en danger critique d'extinction au Royaume-Uni.

■ **Pollinisateurs.** Les adultes floricoles sont des pollinisateurs efficaces des plantes sauvages comme cultivées. Actifs dans des milieux où ils jouent parfois seuls ce rôle, ils participent à la fécondation de fleurs pouvant être minuscules, ignorées d'insectes plus gros. Ils contribuent ainsi au maintien de la biodiversité végétale. Particulièrement étudiés, les syrphes véhiculent, à l'échelle du Royaume-Uni, plus de pollen que les abeilles domestiques !

■ **Auxiliaires agricoles.** Le rôle des Diptères prédateurs en tant qu'auxiliaires de l'agriculture est extrêmement important, qu'il s'agisse de généralistes (Hybotidae, certains Muscidae, etc.) ou de spécialistes (Syrphidae, Chamaemyiidae, Cecidomyiidae prédateurs de pucerons, cochenilles, acariens, etc.). Les larves des syrphes détruisent ainsi jusqu'à 20 % des pucerons d'une parcelle cultivée.

■ **Bio-indicateurs.** Comme d'autres insectes, les Diptères sont des bio-indicateurs de choix aux plans environnemental ou climatique : certaines espèces témoignent notamment de la qualité d'un milieu aquatique.

■ **Vecteurs d'infections.** Des Diptères (moustiques, taons, simulies, etc.) transmettent par leur « piqûre » des infections et des parasitoses. Les moustiques véhiculent ainsi, y compris entre espèces animales, des protozoaires (*Plasmodium*, agents du paludisme), des nématodes parasites (filaires agents de filarioses lymphatiques) et des arbovirus (dengue, fièvre jaune, chikungunya, encéphalites virales, etc.). Ces infections ont un impact sanitaire majeur chez l'Homme comme chez les animaux domestiques et sauvages. Exemple préoccupant, le moustique-tigre est susceptible de transmettre les virus d'infections comme la dengue, le chikungunya, le Zika et quelque 150 autres virus. Vivant plusieurs mois, la femelle peut être entraînée par le vent à plus d'une centaine de kilomètres du site d'émergence : en une vingtaine d'années, cette espèce invasive a conquis plus des deux tiers des départements français et elle est désormais connue en Autriche, en Belgique et au Danemark¹. Ce moustique adapté aux zones urbaines tire parti de la moindre collection d'eau et résiste aux hivers actuels, plus doux que par le passé.



En s'alimentant sur des charognes ou des excréments, certaines mouches (ici *Lucilia caesar*, p. 163) ingèrent des liquides riches en micro-organismes qui persistent dans leur tube digestif puisqu'elles régurgitent en partie là où elles se posent, y compris sur de la nourriture, d'où un (très faible) risque sanitaire de transmission de certains micro-organismes.

1. Voir données actualisées sur le site de l'ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control).



Prosenia siberita (Fabricius, 1755), un Tachinidae connu d'une large part de l'Europe, illustre le principal caractère distinctif des Diptères : la présence d'une seule paire d'ailes. Il montre les grandes soies (macrochètes) dont l'étude est indispensable à la détermination précise de nombreuses espèces de cet ordre.

PRÉSENTATION BASIQUE DES DIPTÈRES ADULTES

L'étude des Diptères passe par leur capture puis leur identification : la photographie de ces insectes est gratifiante, a le mérite de les mettre en valeur mais, souvent, ne permet pas une reconnaissance précise. Les adultes sont capturés à l'aide d'un filet à papillons, d'un fauchoir, d'un aspirateur (buccal ou à moteur), de pièges (tente Malaise, pièges de Moericke, lumineux, alimentaires, à glu, à phéromones, etc.), ou sont issus de l'élevage de larves. L'identification de

beaucoup d'espèces de Diptères requiert des techniques de laboratoire (génomique, morphométrie, profil protéique par spectrométrie de masse, etc.), ce qui explique les limites de ce guide : le naturaliste recourra à une loupe et une binoculaire, indispensables pour observer l'anatomie générale, la chétotaxie et les *genitalia* ; une observation conjugée aux manuels spécialisés, aux clés et aux forums d'échange¹.

Comme celui de tout insecte, le corps d'un Diptère adulte est soutenu et protégé par un exosquelette constitué d'une cuticule rigide. Segmenté, il est divisé en trois tagmes : tête, thorax, abdomen. Il comporte trois paires de pattes articulées. Comme l'indique le nom de « Diptère » [du grec *δίς* (*dis*), « deux fois » et *πτερόν* (*ptéron*), « aile »], seules deux ailes membraneuses liées au mésothorax sont fonctionnelles, la seconde paire, liée au métathorax, étant très réduite et peu visible à l'œil nu². Ceci caractérise cet ordre au sein de la classe des insectes.

La taille de ces insectes n'atteint jamais celle des grands Coléoptères ou Lépidoptères : leur longueur varie entre 0,3 mm et 6 à 7 cm (*Gauromydas heros*, « mouche géante » d'Amérique du Sud, appartenant à la famille des Mydidae, p. 220). Leur corps porte de nombreuses soies parfois transformées en écailles : caractéristiques par leur longueur,

leur épaisseur, leur forme, leur orientation, leur coloration, leur densité et la localisation de leur implantation, elles participent souvent à l'identification des espèces.



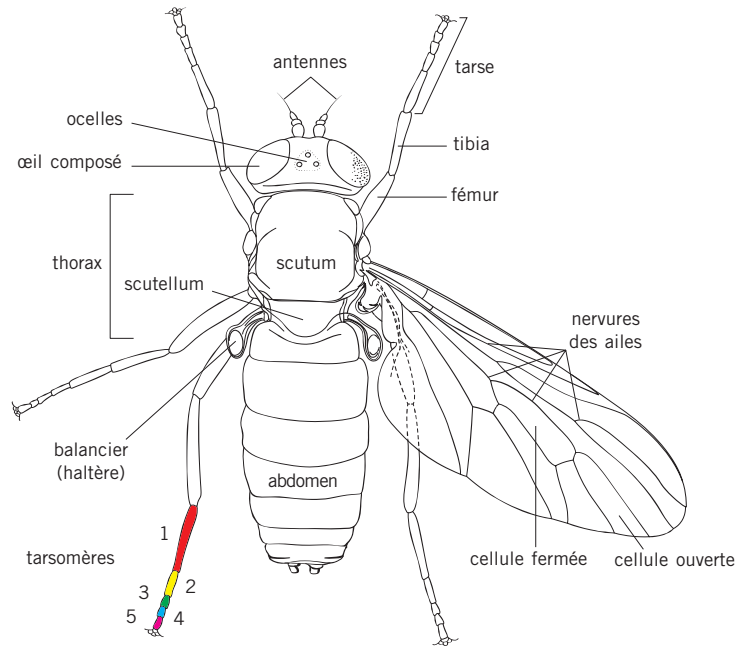
Le corps des moustiques, comme celui de ce moustique tigre, est recouvert d'écailles.

1. Les applications de reconnaissance en ligne sont encore insuffisamment développées pour les Diptères.

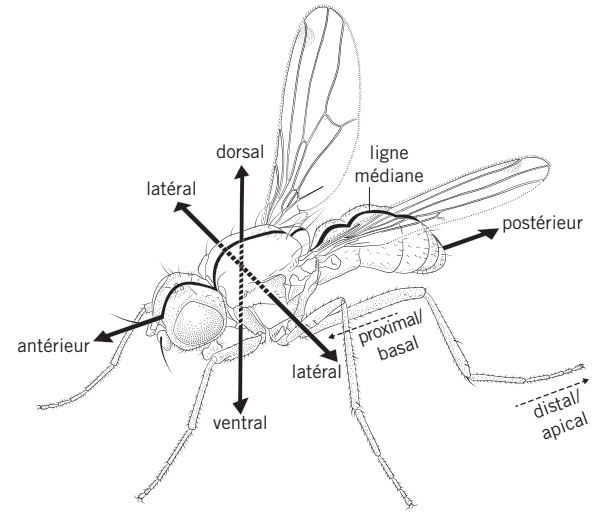
2. Sauf exceptions, sur lesquelles nous ne nous étendons pas, tous les autres insectes ont deux paires d'ailes développées.



Beaucoup de Diptères présentent un dimorphisme sexuel plus ou moins évident, par exemple au niveau de l'écartement des yeux, de la morphologie des antennes, de l'appareil buccal, etc. Ce couple d'*Eristalinus taeniops* (Syrphidae) l'illustre : les yeux du mâle (à gauche) sont holoptiques (ils se jouxtent au sommet de la tête) alors que ceux de la femelle (à droite, ocelles également visibles) sont dichoptiques (séparés).



Morphologie externe basique d'un Diptère (ici un Brachycère).



Éléments d'orientation anatomique chez un Diptère.

Tête et appendices céphaliques

Souvent volumineuse, plus ou moins séparée du thorax par un « cou » étroit, la tête est généralement globulaire ou triangulaire, bien que sa forme varie selon l'implantation et le développement relatif de ses appendices,

notamment des pièces buccales. Ses régions latérales portent les yeux composés, sa région dorsale les ocelles, la région antérieure les antennes. L'appareil buccal s'insère plus ou moins ventralement. L'observation des macrochètes céphaliques est souvent indispensable à l'identification.

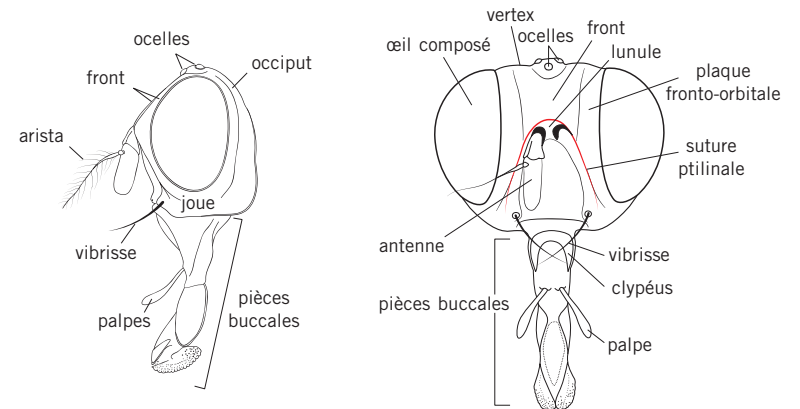
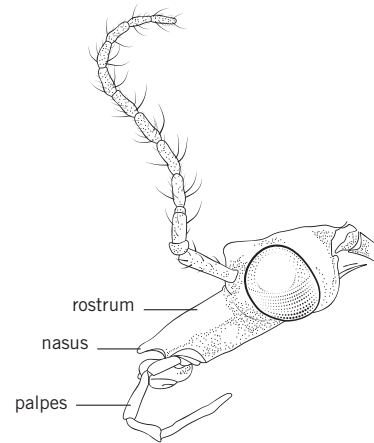


Schéma latéral d'une tête de mouche calyptrère.



Profil d'une tête de tipule. Le rostre (« museau ») propre à ces Nématocères est plutôt court et porte, sauf rares exceptions, une pointe appelée nasus (« nez »).



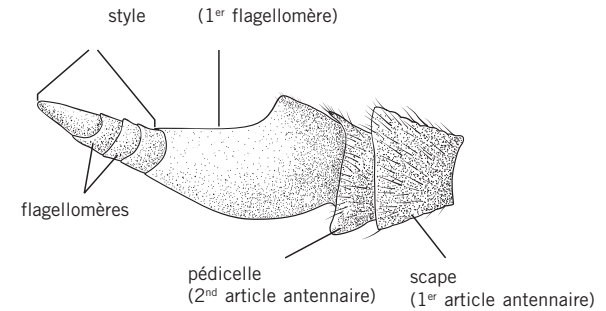
Lors de l'émergence de l'adulte, la tête de certains Brachycères (regroupés en une section non reconnue au plan taxonomique, celle des Schizophores) est munie d'un organe turgescence (ptiline, ptilinum) formant une excroissance qui facilite la sortie du puparium. Se résorbant ensuite, il laisse une fine suture dite ptilinale (ou frontale) : la plaque située entre cette suture et l'insertion des antennes est la lunule. Les Diptères dits Aschizes sont dépourvus de ptiline et de lunule.

■ **Organes visuels.** Constitués d'ommatidies, les yeux composés sont souvent développés, notamment chez les espèces prédatrices ou parasitoïdes. Ils sont holoptiques s'ils confluent au niveau de la bande médiane frontale (caractère parfois sexuel mâle), dichoptiques s'ils sont séparés (photo p. 22). Ils peuvent être atrophiés, voire absents, chez les Diptères parasites ou de mœurs hypogées. Trois ocelles sont disposés en triangle sur le sommet de la tête (vertex), parfois sur une saillie (calus ocellaire) ; chez certaines familles, on ne compte que deux ocelles (Mydidae), voire aucun (Culicidae, Tipulidae, Chironomidae et d'autres Nématocères).

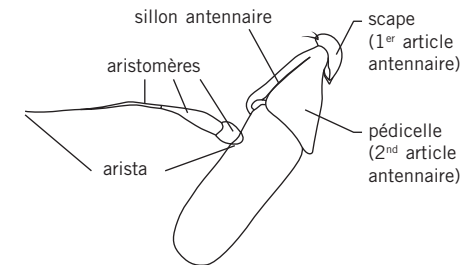
■ **Antennes.** Très mobiles, les antennes s'insèrent entre les yeux, parfois sur un calus, parfois dans une fosse. Elles comptent un

nombre variable d'articles (antennomères) et leur morphologie diffère beaucoup, y compris au sein d'une même famille. Le premier d'entre eux, basal, est le scape. Le deuxième est le pédicelle : très développé chez certains Nématocères, il porte l'organe mécanorécepteur de Johnston. Le flagelle regroupe l'ensemble des articles suivants (flagellomères). Il se réduit à un segment apparent chez les Brachycères, chez lesquels il se prolonge par une structure plurisegmentée (style) ou porte une longue soie nue, pubescente ou plumeuse (arista). Chez les Nématocères, il comprend de nombreux articles et est donc généralement fortement allongé (antenne filiiforme ou moniliforme) ; il ne comprend ni style ni arista mais porte parfois des soies sensorielles disposées symétriquement autour de son axe (verticilles).

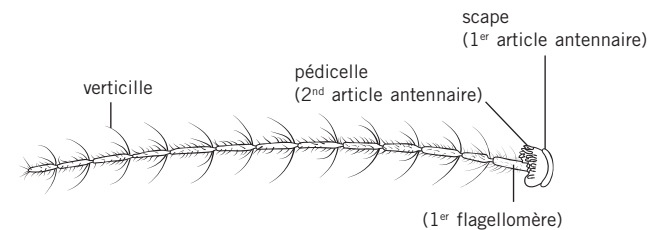
Divers types d'antennes de Diptères



Antenne de Tabanidae (Brachycères inférieurs).



Antenne d'une mouche Calyptère (Brachycères supérieurs).



Antenne de Culicidae (Nématocères).