

LUC PASSERA

LES INSECTES

ROIS DE
L'ADAPTATION



éditions
Quæ

LUC PASSERA

LES INSECTES

ROIS DE L'ADAPTATION



Éditions Quæ

Beaux-livres des éditions Quæ

Formidables fourmis !

Luc Passera (auteur), Alex Wild (photographe), 2016, 160 p.

Dans l'intimité des papillons

Frédéric Archaux, 2021, 168 p.

Oiseaux, sentinelles de la nature

Frédéric Archaux, 2020, 176 p.

L'art de communiquer chez les oiseaux

Chants, cris, plumes et danses

Barbara Ballentine, Jeremy Hyman, 2021, 192 p.

L'art d'être amoureux chez les animaux

Vincent Albouy, 2021, 144 p.

Fascinantes araignées

Christine Rollard (auteur), Philippe Blanchot (photographe),
2021 (réédition), 160 p.

Architectes du monde animal

Vincent Albouy, Éric Darrouzet, 2020, 148 p.

L'art d'être parent chez les animaux

Vincent Albouy, 2019, 152 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles cedex

www.quae.com - www.quae-open.com

© Éditions Quæ, 2021

ISBN : 978-2-7592-3334-2

e-ISBN (NUM) : 978-2-7592-3335-9

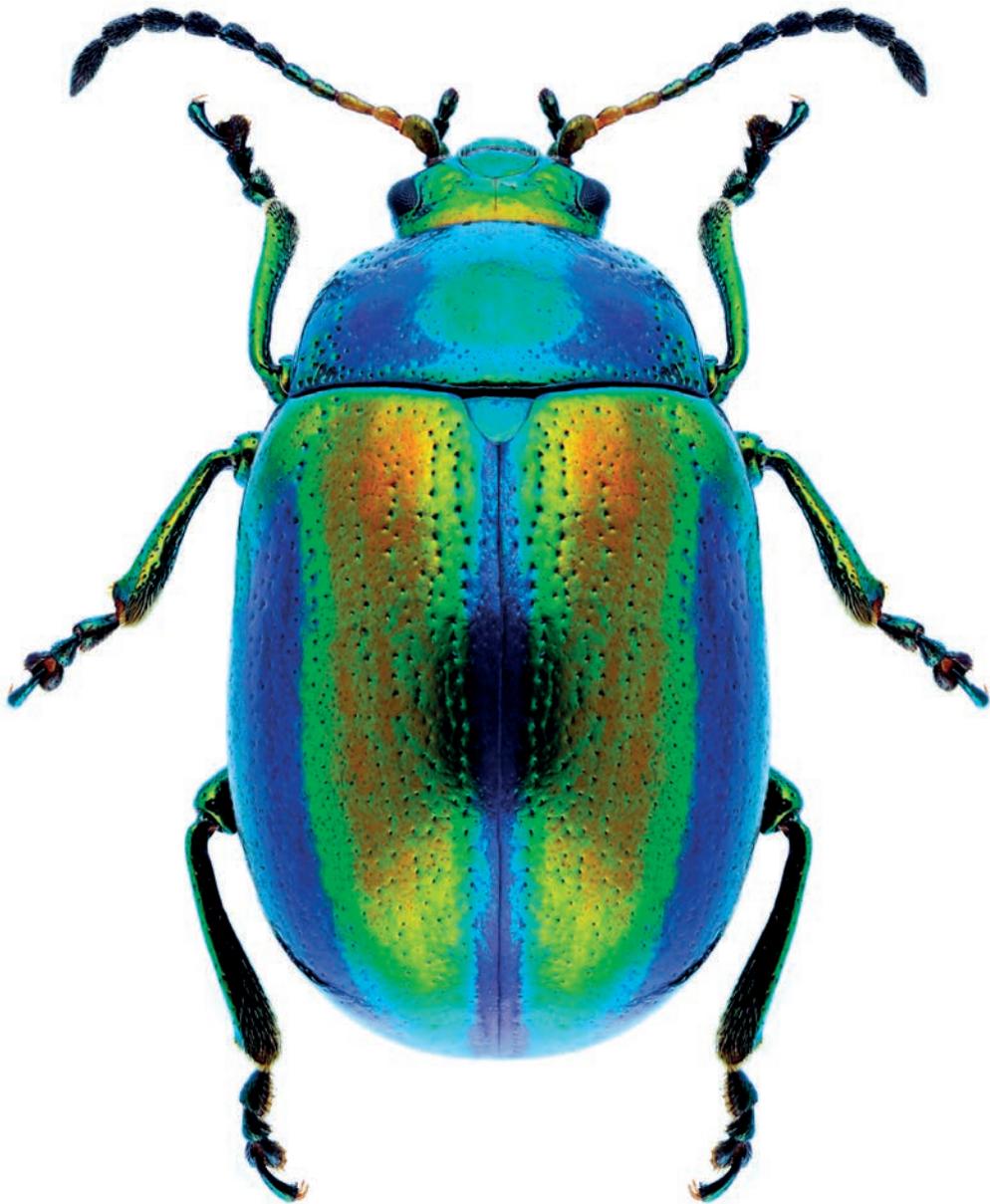
x-ISBN (ePub) : 978-2-7592-3336-6

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Remerciements

Les remarques pertinentes du Dr Colette Bitsch,
qui a suivi la rédaction de cet ouvrage, ont été une aide précieuse.
Qu'elle en soit remerciée.





Les coléoptères chrysomèles sont souvent parés de couleurs vives, parfois métalliques. Cette adaptation avertit les prédateurs du danger de les consommer. Des produits toxiques élaborés par de nombreuses glandes sont sécrétés par les multiples pores qui s'ouvrent sur la cuticule.



TABLE DES MATIÈRES



Sortir de l'eau	7	► L'AMOUR, C'EST COMPLEXE	83
► PATTES À TOUT FAIRE	17	Combats entre mâles :	84
Plus vite, plus haut, plus fort	17	c'est la lutte finale	87
La brasse et le crawl	20	S'assurer d'être le premier et le seul	89
Des pattes fouisseuses	23	Et en plus, elles veulent un cadeau !	92
La route de la soie	25	Ces demoiselles font le joli cœur	93
Rouler sa pilule au soleil	26	Ceinture de chasteté	93
Des pattes ravisseuses	27	Stabilité amoureuse	93
► VARIER LES RÉGIMES	35	Féconder sans se toucher	95
Le broyeur masqué	36	► DÉFIER LES MILIEUX EXTRÊMES	99
Mandibules en lame de faux	36	Le grand frisson des terres polaires	99
et fourmis de l'enfer	36	Les neiges d'altitude	103
Devenir suceur-lécheur	39	Pour vivre heureux, vivons cachés	104
S'alimenter à la paille	40	Dans la fournaise	108
► NE PAS SE FAIRE MANGER	49	Revenir dans l'élément liquide	111
Ce n'est pas moi !	49	et réapprendre à respirer	115
Je pique, j'aspERGE ou j'explose	53	Des mouches peu regardantes	118
Les couleurs du danger	56	Un océan de défis	118
Jouer sur les peurs	60	► CHERCHER LA PROMESSE	
Attention, je pique !	61	D'UNE HERBE PLUS VERTE	125
Cuit à point	62	Les grandes migrations des monarques	126
► SE FAIRE REMARQUER	67	Les mystérieux voyages de la vanesse	128
Faites du bruit !	67	Une libellule difficile à suivre	130
Un phare dans la nuit	68	Suivez le feu de forêt	132
Phéromones multitâches	70	On ne naît pas pèlerin, on le devient	133
Vos papiers, s'il vous plaît !	75	Un petit peuple conquérant,	
Phéromones royales : la loi et l'ordre	77	mais menacé	139
L'odeur des grands rassemblements	78	Crédits iconographiques	144





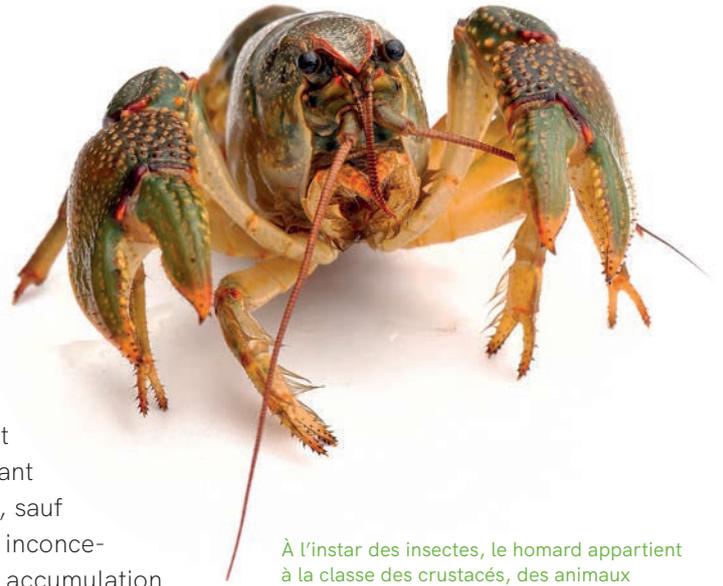
« T'as d'beaux yeux, tu sais »,
comme aurait dit Jean Gabin !
Formés de centaines d'yeux simples,
ils donnent à ce taon une excellente vision.
Mais plus développé encore est son odorat,
qui lui permet de trouver la vache
ou le cheval dont il percera la peau
pour en aspirer le sang.

SORTIR DE L'EAU

Les insectes sont une des plus belles réussites de l'évolution. Les trois quarts des animaux sont des insectes. Leur nombre est prodigieux : un milliard de milliards d'insectes marchent, volent, nagent autour de nous sans que nous n'y prenions le plus souvent garde. Ils représentent une masse 300 fois supérieure à celle de l'humanité. Pourtant leur petite taille fait que nous les ignorons le plus souvent, sauf quand ils nous importunent. Une Terre sans insectes est inconcevable. Leur histoire très ancienne est le résultat d'une accumulation d'adaptations plus surprenantes les unes que les autres.

Au-delà de leur incroyable diversité de formes, tous les insectes sont des arthropodes, c'est-à-dire des individus possédant une cuticule ou une carapace rigide (l'exosquelette) et un corps divisé en segments (les métamères), munis chacun d'une paire d'appendices articulés. Au sein des arthropodes, l'insecte côtoie les crustacés, les araignées et les mille-pattes. Son corps est divisé en trois parties : une tête, un thorax, un abdomen. La tête porte les pièces buccales, les yeux et les antennes. Sur le thorax, formé de trois segments, on trouve trois paires de pattes et deux paires d'ailes. Quant à l'abdomen, qui comprend de six à onze segments, il est dépourvu d'appendices. Les orifices génitaux s'ouvrent à son extrémité.

Avec les collemboles et d'autres, les insectes forment la classe des *hexapodes*, les animaux à six pattes. Au sein de cette classe, les insectes représentent une sous-classe très largement dominante. Ces hexapodes comprennent donc essentiellement l'immense sous-classe des *insectes*. De très petits (moins d'un millimètre) jusqu'à très grands (une vingtaine de centimètres), les insectes sont porteurs de deux paires d'ailes, de pièces buccales bien visibles et ils subissent des métamorphoses. Ces caractères les séparent de la sous-classe des *collemboles*. Toujours très petits (moins de 2 mm), les collemboles n'ont pas d'ailes (aptérisme) et leurs pièces buccales enfoncées dans la tête sont invisibles. Enfin, ils ne connaissent pas les métamorphoses, grandissant seulement par mues même après la maturité sexuelle. Bien qu'ils soient ignorés du public, leur



À l'instar des insectes, le homard appartient à la classe des crustacés, des animaux essentiellement aquatiques. Comme tous les arthropodes, il possède une carapace formant un squelette externe.



Les collemboles sont des hexapodes très proches des insectes. Globuleux ou allongés selon leur famille, ils sont toujours de très petite taille (3 mm pour celui-ci) et possèdent une sorte de fourche, la *furca*, qui leur permet d'échapper aux prédateurs en sautant.



Le retour à l'état aptère est fréquent chez les parasites vivant à demeure sur leur victime, comme les poux ou les puces. Ici, c'est *Penicillidia*, une étrange mouche se nourrissant du sang des chauves-souris. Avec ses pattes griffues, elle se cramponne à la fourrure de sa victime.

abondance est pourtant spectaculaire : jusqu'à deux ou trois centaines de milliers au mètre carré en forêt par exemple, où ils jouent un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique et le renouvellement de l'humus. Aussi les collemboles ne seront pas ignorés dans cet ouvrage. N'ont-ils pas d'ailleurs été considérés pendant longtemps comme une sous-classe d'insectes aptérygotes faisant pendant à la sous-classe des ptérygotes, les insectes ailés ?

Les ancêtres des hexapodes étaient sans doute des crustacés d'eau douce à allure de crevette. Ils devaient ressembler aux artémies actuelles, la nourriture favorite des poissons d'aquarium. Les crustacés sont les premiers animaux à s'être aventurés sur la terre ferme, à être sortis de l'eau. La conquête de la Terre par les hexapodes est une aventure fantastique qui a commencé il y a plus de 400 millions d'années (Ma), au Paléozoïque quand ces hexapodes ont divergé des crustacés. Elle a nécessité des adaptations multiples, toutes plus extraordinaires les unes que les autres. La trace fossile la plus ancienne, âgée de 412 Ma, date du Dévonien inférieur. C'est un fragment de roche qui montre l'existence de mandibules broyeuses. Plus tard (- 365 Ma), au Dévonien supérieur, on trouve le premier fossile entier d'insecte. Il est pleinement ailé, ce qui suppose que les ailes sont apparues bien avant. C'est une sorte de sauterelle longue d'un centimètre. Les fossiles étant rares, la reconstitution phylogénétique permet d'aller plus loin. Cette technique prend en compte les caractères morphologiques et moléculaires des insectes actuels pour retracer l'évolution des lignées. On peut ainsi estimer que les premiers insectes — ils sont alors aptères (sans ailes) — sont apparus au Cambrien ou au moins au début de



Les blocs de schiste du Carbonifère gardent l'empreinte d'insectes géants, comme cette libellule de 68 cm d'envergure.

l'Ordovicien, il y a environ 479 Ma. Les lignées actuelles les plus importantes datent du Mississippien (- 345 Ma). Les premiers insectes ailés sont datés du Dévonien inférieur, il y a 406 Ma. Quant aux holométaboles, ces insectes les plus nombreux aujourd'hui, caractérisés par une grande différence de forme entre la larve et l'adulte (mouches, papillons...), ils sont en place au début du Crétacé, il y a un peu moins de 100 Ma. Ils ont laissé de nombreuses traces, piégés dans l'ambre, une résine fossile. De tous les fossiles qui nous parviennent, nous gardons surtout en mémoire l'empreinte de la libellule XXL *Meganeura monyi*. Elle est datée du Carbonifère supérieur et est donc âgée de 324 Ma. Son envergure de goéland (plus de 60 cm) et sa rapacité en faisaient un prédateur redoutable. Il existait pourtant à la même époque, à côté des insectes géants, des insectes ailés de dimension « normale » comme les coléoptères trouvés dans le crassier de la mine d'Avion dans le Pas-de-Calais.

Avant de connaître le succès écologique, il a donc fallu sortir de l'eau. Le fait que les crustacés possèdent des appendices articulés a probablement grandement facilité le passage de l'eau à la terre ferme. Par contre, ne pouvant plus profiter de la flottabilité de l'eau, les insectes ont développé des pattes plus larges et plus épaisses, ce qui leur a permis d'accroître leur musculature et ainsi de pouvoir surmonter les effets de la gravité.

Le premier défi rencontré par les ancêtres des insectes, lors de leur sortie de l'eau, a été de surmonter la dessiccation et de réguler la concentration en sels dissous dans leur fluide corporel. Ils y sont parvenus grâce à une série d'adaptations physiologiques et morphologiques. On résiste d'autant mieux à la perte



L'ambre, une résine fossile, a piégé ce diptère et nous en offre aujourd'hui une étonnante image, presque intacte.



Cette araignée « sauteuse » européenne capture ses proies en leur bondissant dessus. Ses yeux sont parmi les plus performants de tous les arthropodes.



Artemia monica, la crevette des plans d'eau fermés et à salinité élevée, est bien connue des aquariophiles. C'est un crustacé branchiopode, dont les ancêtres sont sans doute à l'origine des insectes.

de l'eau que l'on sait en accumuler dans son corps. Elle doit représenter au moins 50 % de la masse totale de l'organisme. Stocker du glycogène pendant la vie larvaire est une bonne stratégie parce qu'un gramme de ce polysaccharide de glucose est capable de se lier avec cinq grammes d'eau. Les insectes avec des niveaux accrus de glycogène corporel bénéficient donc de quantités plus élevées d'eau interne. L'eau piégée par le glycogène se retrouve dans l'hémolymph, l'équivalent de notre sang mais sans fonction respiratoire. L'hémolymph remplit l'hémocœle, la cavité générale des insectes dans laquelle flottent les organes et qui constitue donc le plus grand bassin d'eau extracellulaire. Cette eau accumulée, il faut la conserver précieusement. De par leur petite taille, les insectes ne sont pas avantagés. Plus on est petit et plus, en proportion, la surface corporelle est grande, favorisant l'évaporation. L'eau d'un seau ne s'évapore que très lentement, mais si vous éparpillez l'eau du seau en milliers de gouttes d'eau, vous augmentez la surface d'évaporation et les gouttes s'évaporent. Trois mécanismes permettent de limiter la perte d'eau : la présence d'une cuticule, une respiration trachéenne et la possibilité de récupérer l'eau lors de l'excrétion.

Comme l'ensemble des arthropodes, les insectes possèdent un tégument épidermique recouvert d'une cuticule rigide. Les couches profondes de la cuticule sont riches en chitine molle. La couche supérieure ou épicuticule est rendue rigide par la présence d'une protéine, la sclérotine.

L'épicuticule est en contact avec l'atmosphère. Très mince, de 0,03 à 4 mm d'épaisseur, elle est elle-même formée de plusieurs couches. La plus importante est la couche moyenne, car elle est de nature cireuse et lipidique, donc totalement imperméable. Elle limite les pertes d'eau par évaporation. On



En devenant un adulte ailé, la libellule laisse derrière elle l'enveloppe vide, l'exuvie, qui abritait sa nymphe. Une formidable occasion d'observer sa cuticule d'insecte.

comprend mieux son importance quand on sait qu'elle est absente chez les crustacés marins qui, bien sûr, n'ont pas à se soucier de la perte d'eau. L'épicuticule est une adaptation fondamentale à la vie aérienne, mais sa minceur a pour corollaire sa fragilité. Pour le constater, il suffit de laisser circuler une chenille sur une feuille de papier saupoudrée d'un abrasif. La chenille meurt très vite de déshydratation. Il existe d'ailleurs des poudres insecticides qui ont pour fonction d'abraser cette épicuticule protectrice.

Le deuxième mécanisme tient au système respiratoire des insectes dont nous parlerons plus loin. Retenons pour le moment qu'il est formé de trachées remplies d'air s'ouvrant à l'extérieur par des spiracles. Ces ouvertures sont souvent munies d'un système d'obturation qui se ferme quand la circulation de l'air n'est pas nécessaire. L'humidité de l'air retenu est ainsi empêchée de se dissiper à l'extérieur.

Éviter le dessèchement passe aussi par la rétention de l'eau corporelle malgré la nécessité d'évacuer les déchets toxiques du métabolisme. C'est la fonction du troisième mécanisme que sont les tubes de Malpighi, une adaptation astucieuse qui permet d'économiser l'eau. Ces tubes grêles débouchent dans le tube digestif, à la limite de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur. Leur extrémité libre est fermée. Ils baignent dans l'hémolymphe. L'urée, l'acide urique, l'oxalate de calcium et autres déchets azotés sont concentrés dans ces organes mobiles puis évacués vers le rectum et l'anus. À son passage dans le rectum, l'eau est récupérée par réabsorption et retourne vers l'hémolymphe. Les crottes des insectes sont donc sèches et l'eau est économisée.

Autre défi d'importance quand on sort de l'eau : s'adapter à la respiration aérienne. Par quoi remplacer les branchies des crustacés aquatiques ? Pas de poumons chez les insectes, mais des trachées. Ce sont des invaginations du tégument, de forme tubulaire, qui s'ouvrent à l'extérieur par les spiracles, ces petites ouvertures visibles sur les flancs du thorax et de l'abdomen dont nous avons déjà parlé. La fermeture des spiracles empêche des poussières ou l'eau (pour les insectes aquatiques) de pénétrer dans cette tuyauterie. Les trachées, d'origine ectodermique, sont pourvues d'un filament de chitine de forme spiralée qui les empêche de s'écraser. Elles sont reliées entre elles par des connexions transversales et longitudinales permettant à l'air de circuler dans tout le corps. Elles se ramifient en trachéoles de plus en plus fines. Quand elles pénètrent au cœur des organes, les trachéoles ne mesurent plus que 2 à 5 μm de diamètre. Elles perdent leur chitine et forment un voile intimement lié aux organes. L'oxygène de l'air peut alors diffuser librement vers les cellules.



Avec ses 12 cm de long, ce mille-pattes nord-américain est un géant. Comme les iules de nos régions, en cas de danger, il s'enroule sur lui-même.



Les ailes transparentes de cette libellule laissent voir le fin réseau des trachées qui forment des nervures assurant la rigidité de l'aile.

Passer de la terre ferme à l'air a été une formidable aventure. Les ailes sont une immense innovation évolutive qui a permis de conquérir les terres et l'espace aérien, en permettant de se déplacer avec facilité pour rechercher de la nourriture ou fuir un prédateur. Les insectes ont volé avant tout le monde : reptiles volants, mammifères ailés, oiseaux. Cette adaptation est tellement avantageuse qu'aujourd'hui les insectes ailés sont infiniment plus nombreux que les insectes ayant perdu secondairement les ailes, revenant ainsi à l'état aptère comme les poux ou les puces. Si l'apparition des premiers insectes ailés est bien datée (environ 400 millions d'années), l'origine des ailes est encore confuse. Il ne s'agit bien sûr pas de membres antérieurs modifiés comme chez les oiseaux ou les chauves-souris. L'hypothèse la plus ancienne et bien documentée postule que les ailes seraient des expansions du tégument au niveau du thorax. Dans une aile, deux feuillettes se sont développés et viennent s'appliquer l'un contre l'autre, emprisonnant des trachées. En séchant, ces trachées deviendront des nervures longitudinales. L'hémolymphe continue à circuler très faiblement entre les deux feuillettes, de même qu'un minimum d'air circule dans les trachées pas totalement oblitérées. La rigidité de l'aile est renforcée par l'existence de nervures transversales, qui sont de simples épaissements chitineux. Une hypothèse plus récente considère que l'aile serait apparue chez des insectes à vie semi-aquatique, à partir

d'excroissances thoraciques à usage de branchies rappelant celles des actuels éphémères (les mouches de mai). On retrouve ces branchies chez certains crustacés. On évoque aussi parfois la transformation en aile de la rame externe des pattes des crustacés qui sont biramées.

Une autre adaptation magistrale est l'acquisition d'un développement incluant des mues et une métamorphose au cours d'un stade nymphal (la pupe des mouches, la chrysalide des papillons), entre deux stades très différents. C'est l'holométabolie, apparue à la fin du Carbonifère. Elle introduit donc un stade supplémentaire au cours du développement : la nymphe. Après l'œuf, les larves et l'adulte, la nymphe ajoute un élément susceptible d'observer un arrêt de développement ou d'activité. Ces arrêts sont partiels (la diapause) ou totaux (la quiescence). Ces « dormances » sont des adaptations à des conditions environnementales défavorables voire des anticipations de ces conditions environnementales difficiles. C'est un facteur de réussite écologique.



C'est un truisme que de remarquer que les insectes sont des animaux de petite taille. Il existe bien quelques « géants », comme le dynaste hercule et ses 15 cm ou des phasmes atteignant, pattes étirées, 30 cm, mais la plupart des insectes sont très en dessous de ces dimensions. Ils peuvent même devenir minuscules comme les hyménoptères mymaridés. Ainsi, *Alaptus magnanimus* ne dépasse pas 0,2 mm de long. La femelle pond ses œufs à l'intérieur des œufs des autres insectes. Sa larve s'y trouve pourtant à l'aise. Elle s'y développera entièrement. Les petits insectes ont aussi besoin de bien moins de nourriture que les plus gros pour atteindre l'âge adulte. Ils pourront ainsi coloniser une multitude de microhabitats y trouvant toujours assez de nourriture pour s'y reproduire.

La petite taille des insectes est aussi une adaptation à leur système respiratoire. Des trachées trop longues ne permettraient pas à l'air de circuler jusqu'au bout des trachéoles. En outre, l'exosquelette et le vol imposent une limite à ne pas franchir. Que penser alors des fossiles de très grande taille du Carbonifère ? Heureusement pour la libellule géante *Meganeura monyi*, le taux d'oxygène de l'air s'élevait alors à 35 % contre 23 % actuellement. L'oxygène pouvait ainsi parvenir jusque dans les trachéoles. Malgré tout, la libellule géante n'aura pas tenu le choc face à l'arrivée plus tardive des premiers reptiles volants, des prédateurs redoutables. Mieux valait pour les insectes revenir à une petite taille pour éviter la compétition avec les vertébrés, l'autre grand taxon sorti des eaux. *Small is beautiful!*

Sortis de l'eau, aguerris à la vie terrestre, les insectes n'ont pas arrêté d'innover. Sous la pression de l'environnement, au cours de l'évolution, ils ont accumulé les adaptations. Elles sont trop nombreuses pour être toutes recensées. Le projet de ce livre est de considérer les plus significatives, les plus spectaculaires.

Cette aquarelle illustre, à travers l'exemple du papillon, le développement d'un insecte holométabole à métamorphoses complètes : une succession de larves mobiles de plus en plus grandes (ici les chenilles), un stade immobile, la nymphe (ici la chrysalide) et enfin l'adulte.







Les pattes ravisseuses des mantes religieuses sont un modèle d'adaptation. Quand elles se referment, les épines dont elles sont garnies ne laissent aucune chance au petit insecte capturé.

PATTES À TOUT FAIRE

Pour sortir de l'eau et fouler la terre ferme, les pattes sont précieuses. Elles sont au nombre de six, la marque de fabrique des hexapodes. Portées par le thorax, à raison d'une paire par segment, elles sont toutes configurées selon un même modèle. La hanche, qui s'articule sur le thorax, est séparée du fémur par un petit élément, le trochanter. Le fémur très allongé est parfois renflé chez les insectes sauteurs. Le tibia porte souvent des épines. La patte se termine par un tarse de trois à cinq articles reposant sur le sol. Son dernier article porte des griffes qui permettent l'accrochage au support.

Les pattes, faites avant tout pour marcher, sont mues dans un ordre qui maintient l'équilibre en réalisant un tripode ancré au sol. Dans un premier temps, l'insecte pose au sol la patte antérieure droite, la patte médiane gauche et enfin la patte postérieure droite. Puis, il inverse le tripode en avançant dans un deuxième temps la patte antérieure gauche, la patte médiane droite et la patte postérieure gauche. L'ensemble peut donner lieu à une démarche légèrement en zigzag.

PLUS VITE, PLUS HAUT, PLUS FORT

Les insectes se déplacent avec facilité sur des surfaces verticales et, pour les plus doués, tête en bas, au plafond. Les griffes s'accrochent aux plus petites aspérités. Pour marcher au plafond s'ajoutent des adaptations particulières telles qu'on les trouve chez les mouches. Un tendon relève les griffes et permet à deux petits tampons, les pulvilles, d'adhérer à la surface. Une troisième pelote centrale, l'empodium, vient en renfort. Des glandes situées à la périphérie des pulvilles sécrètent une substance permettant à ces dernières de faire ventouse. Avec cet équipement, marcher au plafond et jouer les bêtes de cirque n'est plus un problème.

Pour fuir ou attraper une proie, les insectes doivent pouvoir se déplacer à grande vitesse. Bien sûr, il faut tenir compte de leur taille. La blatte américaine avec ses 4 cm de long est avantagée pour la course. Elle se déplace à 5,4 km/h (50 fois la longueur de son corps par seconde), ce qui en fait peut-être l'insecte le plus rapide à la course. La blatte germanique de nos maisons, et ses seulement 25 mm, est bien moins rapide, quand on la surprend avec dégoût, de nuit au

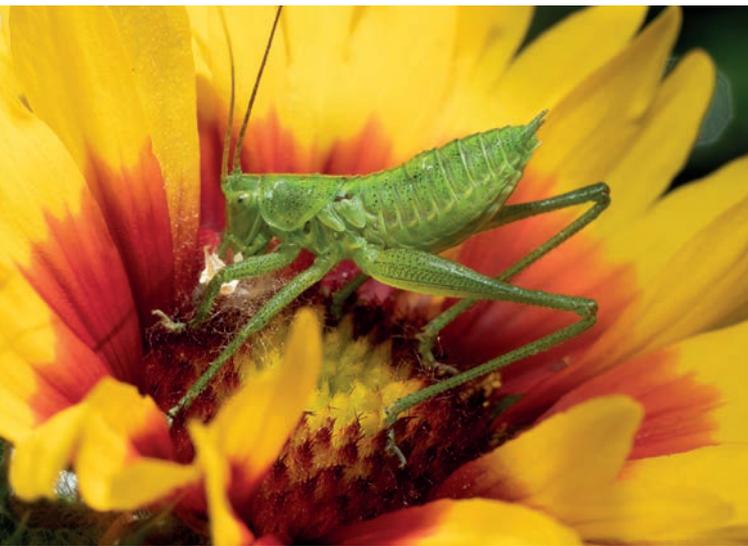
Double page précédente

La mante fleur d'Afrique de l'Est doit son nom à sa livrée qui imite les floraisons de son environnement.

Une adaptation qui attire les insectes qu'elle capturera et qui fait d'elle une certaine forme de fleur carnivore !



Sur cette patte de mouche très fortement grossie, on voit entre les griffes les centaines de petites pelotes des deux pulvilles. Fonctionnant comme des ventouses, ce sont ces dernières qui permettent aux mouches de marcher au plafond.



Les ailes de cette larve de sauterelle ne sont pas encore développées, mais ses puissantes pattes postérieures sauteuses lui permettent déjà de fuir à grands bonds.

milieu de la cuisine. Sa fuite est tout de même assez lestée pour éviter le coup de sandale qui se voudrait meurtrier. Les fourmis des déserts comme les *Cataglyphis* ne traînent pas en route. Dans ce milieu hostile, elles ne disposent que d'une étroite fenêtre temporelle pour trouver et rapporter les cadavres de bestioles mortes par déshydratation. Il leur faut donc faire vite. On a mesuré des vitesses de 2,8 m/s soit 10 km/h : c'est la vitesse d'un joggeur moyen. Elles effectuent environ 60 pas/s.

Les pattes postérieures des grillons et des sauterelles sont bien musclées. Ces dernières peuvent faire des bonds de 7 m, ce qui équivaldrait à un bond de 300 m pour l'homme. Les muscles intervenant dans le saut sont certes logés dans les pattes, mais, très développés, ils débordent jusque dans le thorax chez les grands sauteurs.

Le saut de la puce a été très bien étudié. Il peut atteindre 200 fois la longueur de l'insecte, soit un élan qui ferait sauter un humain par-dessus la tour Eiffel. Au décollage, la force d'accélération d'une puce atteint 100 g (100 fois la pesanteur terrestre, g étant l'unité d'accélération) soit presque 1 000 m/s². Un pilote d'avion de chasse n'encaisse que 9 g, dix fois moins. L'énergie n'est pas tant stockée dans les muscles des pattes que dans une étonnante protéine associée à la cuticule : la résiline, une molécule géante qui a les propriétés mécaniques du caoutchouc. Chez la puce, cette résiline se trouve incluse dans la membrane articulaire insérant chaque patte postérieure sur le thorax. La puce prépare son saut en s'accrochant fermement au sol grâce à ses griffes et ses tarsi. En même temps, elle s'accroupit et la flexion des pattes postérieures bande la résiline des articulations. À la détente des pattes, la puissance de l'élasticité de la résiline est libérée et la poussée sur les tarsi posés au sol est telle que la puce est projetée en l'air comme un missile. Son corps se redresse et fait un angle de 28 à 52° avec le sol. Les pattes postérieures sont totalement étirées.

Le gène codant pour la synthèse de la résiline est connu et une équipe australienne a pu produire cette substance. Il n'est pas impossible que la résiline soit incorporée à l'avenir dans des prothèses médicales. On peut imaginer que c'est peut-être à cause de son abondance chez la puce et de son élasticité qu'il est difficile d'écraser le parasite entre deux doigts.

Les pattes peuvent être aussi d'excellentes armes de combat utilisées par les mâles pour s'emparer d'une femelle. *Sagra femorata* est un coléoptère chrysomélidé fréquent en Asie du Sud-Est. Son nom vernaculaire de « coléoptère à pattes de grenouille » évoque les pattes postérieures démesurément longues et musclées du mâle. Elles ne peuvent d'ailleurs pas être utilisées pour la marche. La chrysomèle mâle se déplace avec difficulté sur seulement quatre pattes, les