

L'AUTEUR



HERVÉ LE GUYADER
professeur émérite de biologie
évolutive à Sorbonne
Université, à Paris

LES DYTQUES MÂLES NE MANQUENT PAS D'AIR

Pourquoi chez les dytiques – des coléoptères aquatiques –, certaines femelles portent-elles des cannelures sur leurs élytres, tandis que ceux des mâles sont lisses? Une question de survie face à l'assaut tenace des mâles...

S'il vous est arrivé de scruter les profondeurs d'une mare, vous y avez sûrement rencontré des dytiques. Ces coléoptères aquatiques peuplent les eaux douces de tous les continents (sauf l'Antarctique) où, grâce à leurs puissantes mandibules venimeuses, ils constituent des prédateurs redoutables d'insectes, de têtards, d'alevins et de mollusques. La prochaine fois que vous en croirez un, examinez ses élytres: s'ils portent des cannelures ou autres sculptures, il s'agit d'une femelle. Les mâles, eux, ont le dos aussi lisse que celui d'une coccinelle. Ce dimorphisme sexuel de certaines espèces de dytiques est connu depuis longtemps. Charles Darwin le mentionnait déjà en 1871 dans son ouvrage *La Filiation de l'homme et la sélection liée au sexe*. Il pensait, à l'époque, que ces aspérités aidaient le mâle à agripper la femelle lors de l'accouplement.

Toutefois, ces dernières années, un tout autre scénario a émergé. Ce dimorphisme serait le résultat d'un conflit sexuel dont la cause serait purement physiologique. Il se serait en effet construit autour d'une fonction vitale: la respiration.

Comme le démontrent les phylogénies moléculaires – les arbres de parenté fondés sur la comparaison des génomes –, les insectes descendent de crustacés qui ont colonisé le milieu terrestre il y a plusieurs centaines de millions d'années. À l'instar de divers mammifères, certains sont retournés à l'eau, majoritairement douce. Ainsi, aujourd'hui, nombreux sont ceux dont la larve est strictement aquatique (libellules, éphémères, moustiques...), les insectes adultes – ou imagos – étant aériens. Deux familles, cependant, comportent des animaux ayant une vie aquatique en phase tant larvaire qu'imaginaire: les hémiptères (punaises, pucerons, cigales...) avec les



Hervé Le Guyader
a récemment publié:
**L'Aventure de
la biodiversité,**
(Belin, 2018).

EN CHIFFRES

13 000

On connaît plus de 13 000 espèces de coléoptères aquatiques, dont environ 4 200 dytiques.

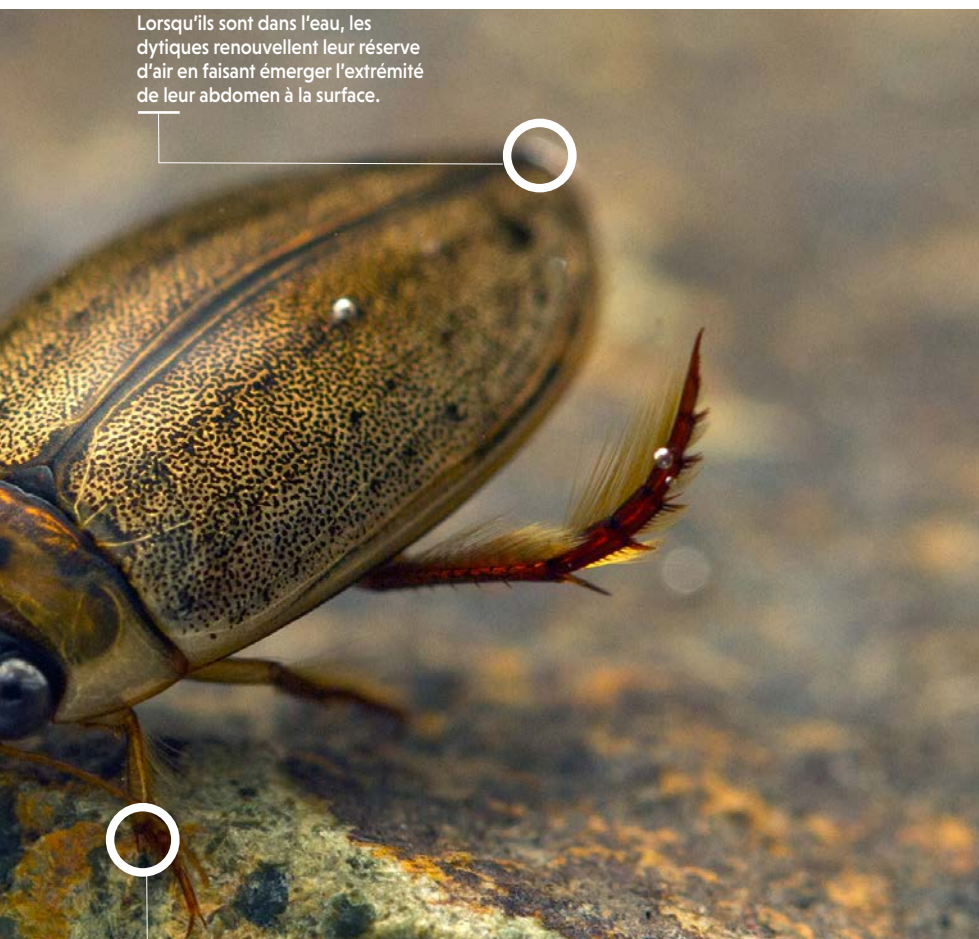
410 MILLIONS

Il y a quelque 410 millions d'années, des crustacés ont colonisé le milieu terrestre et produit par évolution l'ensemble des insectes, d'après la datation de l'origine des récepteurs olfactifs caractéristiques d'animaux aériens. Depuis, les insectes ont conquis tous les milieux terrestres et représentent à eux seuls la moitié des espèces vivantes actuellement décrites.

47 MILLIMÈTRES

Avec ses 47 millimètres de long, *Megadytes ducalis*, qui vit au Brésil, est le plus grand dytique du monde. Le plus grand d'Europe, *Dytiscus latissimus*, mesure 44 millimètres.

Lorsqu'ils sont dans l'eau, les dytiques renouvellent leur réserve d'air en faisant émerger l'extrémité de leur abdomen à la surface.



Ce dytique est un mâle, mais chez cette espèce, rien sur les élytres ne distingue les mâles des femelles. En revanche, les mâles portent des éperons sur la première paire de pattes, contrairement aux femelles...



Dytique picoté (*Rhantus suturalis*)
Taille : 10,5 à 12,5 mm

notonectes ou punaises d'eau, et les coléoptères (hannetons, scarabées, coccinelles...), avec notamment les dytiques.

LA BULLE DU DYTIQUE

S'adapter à la vie aquatique n'a pas dû être simple pour ces insectes (ou plutôt leurs ancêtres), comme pour les cétacés. Comment nager, sentir, respirer ? En particulier, certaines innovations, contradictoires, ne se sont imposées qu'au prix d'un compromis évolutif. Par exemple, pour nager en pleine eau, l'animal ne doit pas être trop léger. Or les insectes respirent non par des poumons, mais par des trachées, un réseau de tubes qui s'ouvrent aux stigmates (de petits orifices sur leur

corps) et amènent l'air aux différents organes. Un insecte aérien contient ainsi un important volume de gaz qui le rend trop léger pour plonger. Et un dytique doit donc en contenir bien moins que son cousin aérien, alors qu'il a intérêt à en faire pleine provision pour rester longtemps sous l'eau !

Suffisamment d'air pour respirer, mais pas trop pour plonger, tel est le compromis adopté ici. Pour respirer, le dytique remonte à la surface et laisse émerger l'extrémité de son abdomen. Ce faisant, il renouvelle la réserve d'air au contact des stigmates, emprisonnée entre les élytres et l'abdomen et retenue par des poils. En moyenne, les dytiques de grande taille refont provision d'air toutes les dix minutes – une durée qui varie selon la température de l'eau et la dépense énergétique de l'animal.

UNE COURSE AUX ARMEMENTS ENTRE MÂLE ET FEMELLE

De même, le dimorphisme sexuel (autre que celui des parties génitales) observé chez nombre d'espèces de dytiques serait le fruit d'un compromis évolutif. Chez le mâle, les tarses des deux premières paires de pattes sont munis de ventouses grâce auxquelles il se maintient vigoureusement sur le dos de la femelle pendant l'accouplement. Chez sa partenaire, les élytres et le pronotum (la partie supérieure du premier segment du thorax) présentent parfois de fortes cannelures, des granules ou des sculptures irrégulières prononcées. En 2007, Kelly >

> Miller, de l'université du Nouveau-Mexique, et Johannes Bergsten, du Muséum d'histoire naturelle de Londres, ont montré chez plusieurs espèces de dytiques du genre *Acilius* que de tels ornements réduisent l'efficacité des ventouses, diminuant la vigueur de l'étreinte du mâle. De plus, en étudiant ces traits dans une lignée, ils ont constaté que ce dimorphisme sexuel semble obéir à une course aux armements, comme ils l'avaient soupçonné depuis plusieurs années chez diverses lignées de dytiques: à une cannelure prononcée répond une augmentation du diamètre des ventouses, et *vice versa*. Après eux, plusieurs autres équipes ont confirmé ce scénario chez d'autres espèces de dytiques.

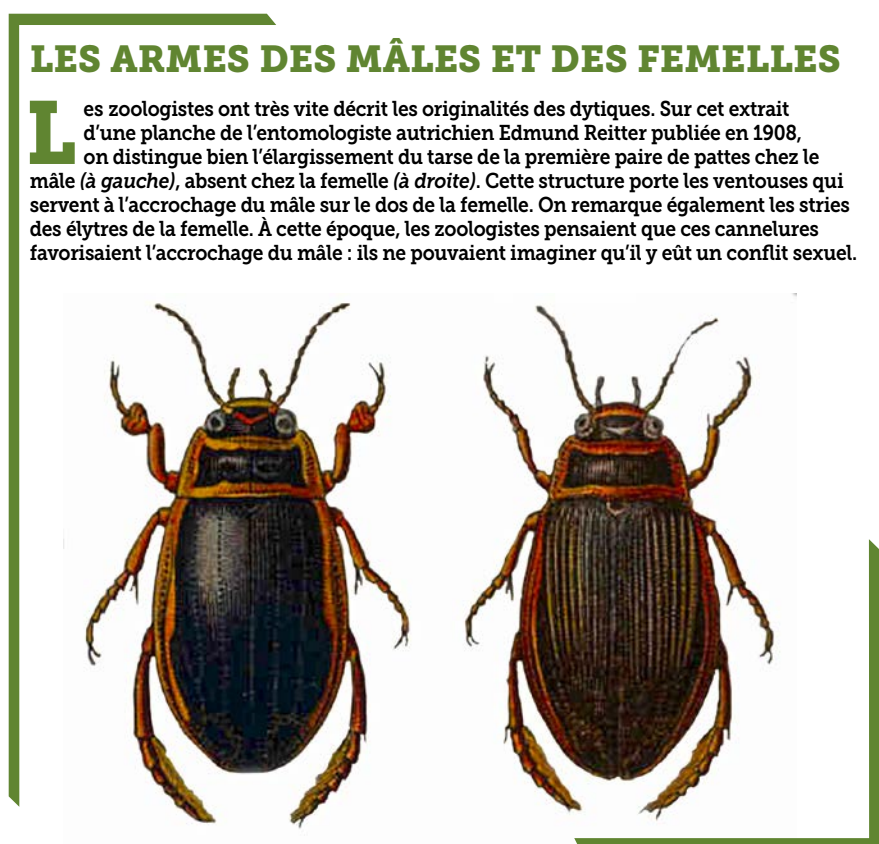
Un tel phénomène est bien connu en parasitologie: le parasite développe des adaptations qui l'aident à coloniser son hôte et à s'y développer, tandis que ce dernier augmente ses défenses. Mais si une telle compétition est compréhensible dans ce cas, elle paraît incompréhensible dans l'autre: alors qu'un hôte sans parasite vit bien mieux, des dytiques sans reproduction sont voués à l'extinction...

UN ACCOUPLEMENT NÉFASTE

L'intérêt de cette compétition apparaît lorsque l'on examine où les dytiques se reproduisent: non seulement l'accouplement a lieu sous l'eau, mais ventouses mâles et ornements femelles sont fréquents chez les grands dytiques. Or leur accouplement dure particulièrement longtemps et au cours de celui-ci, la femelle tente de déloger le mâle de plus en plus énergiquement. La raison? La respiration. Le mâle étreint la femelle dorso-ventralement: ainsi, lui peut respirer, elle, non. Le mâle l'empêche d'accéder à la surface. Souvent, à la fin, la femelle semble anéantie et le mâle l'aide à rejoindre la surface.

Ainsi se met en place le conflit sexuel. La femelle développe des défenses qui limitent le nombre d'accouplements, tandis que le mâle cherche à s'accoupler le plus possible. D'où le compromis évolutif: il s'agit bien ici de diminuer le nombre d'accouplements, mais pas de les supprimer, ce qui entraînerait la disparition de la population. On comprend alors qu'un tel équilibre soit évolutivement dynamique. Tantôt un sexe gagne, tantôt l'autre.

Les études de terrain montrent par ailleurs que tout cela peut devenir bien compliqué. Chez certaines espèces, on trouve des femelles dimorphes, certaines au dos lisse, d'autres au dos ornementé,



LES ARMES DES MÂLES ET DES FEMELLES

Les zoologistes ont très vite décrit les originalités des dytiques. Sur cet extrait d'une planche de l'entomologiste autrichien Edmund Reitter publiée en 1908, on distingue bien l'élargissement du tarse de la première paire de pattes chez le mâle (à gauche), absent chez la femelle (à droite). Cette structure porte les ventouses qui servent à l'accrochage du mâle sur le dos de la femelle. On remarque également les stries des élytres de la femelle. À cette époque, les zoologistes pensaient que ces cannelures favorisaient l'accrochage du mâle: ils ne pouvaient imaginer qu'il y eût un conflit sexuel.

respectivement associées à des mâles à ventouses de tailles différentes. Parfois, ce dimorphisme est géographique, aidant vraisemblablement à des spéciations. À elle seule, la course aux armements ne peut expliquer ce dimorphisme. Mais, comme l'ont montré en 2006 Roger Härdling, de l'université de Lund, en Suède, et Johannes Bergsten, alors à l'université d'Umeå, à l'aide d'une modélisation, si les femelles s'accouplent préférentiellement avec les mâles du phénotype le plus rare, un polymorphisme stable s'établit.

Toutefois, ne nous y trompons pas: tout est loin d'être compris. D'autres innovations, résultats d'une sélection sexuelle, ont été détectées. Ainsi, certaines femelles adoptent des conduits génitaux d'une grande complexité autorisant une sélection de sperme, à laquelle les mâles répondent par des polymorphismes de leurs spermatozoïdes. Certains présentent des têtes larges ou filamenteuses, ou encore se groupent en chenilles de un millimètre de longueur. En tout cas, les dytiques constituent un matériel de choix pour étudier une dynamique qui, en associant intimement écologie et évolution, permet de porter un nouveau regard sur le processus de spéciation. ■

BIBLIOGRAPHIE

D. T. Bilton et al., **Water beetles as models in ecology and evolution**, *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 64, pp. 359-377, 2019.

D. T. Bilton et G. N. Foster, **Observed shifts in the contact zone between two forms of the diving beetle *Hydroporus memnonius* are consistent with predictions from sexual conflict**, *Peer J.*, vol. 4, article e2089, 2016.

J. Bergsten et K. B. Miller, **Phylogeny of diving beetles reveals a coevolutionary arms race between the sexes**, *Plos One*, vol. 2(6), article e522, 2007.

R Härdling et J. Bergsten, **Nonrandom mating preserves intrasexual polymorphism and stops population differentiation in sexual conflict**, *Am. Nat.*, vol. 167, pp. 401-409, 2006.

3 FORMULES AU CHOIX



À renvoyer accompagné de votre règlement à :

PAG19STD



OUI, je m'abonne
pour 1 an à POUR LA **SCIENCE**

FORMULE DÉCOUVERTE
• 12 n° du magazine papier

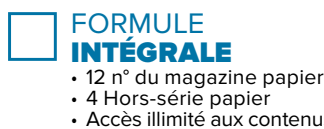
59€
Au lieu de ~~82,80€~~

01A59E



79€
Au lieu de ~~114,40€~~

p1A79E



99€
Au lieu de ~~174,40€~~

I1A99E

☐ M. ☐ Mme

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal | | | | | Ville:

Téléphone | | | | | | | |

Email: (indispensable pour la formule intégrale)

.....@

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science

☐ OUI ☐ NON☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science☐ Carte bancaire

Nº

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

Date d'expiration Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB)

Signature obligatoire:

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/12/2019 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour la Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.