

LE CANON À SPERMATOZOÏDES DE *Drosophila bifurca*

par Dominique Joly, Christophe Bressac et Daniel Lachaise

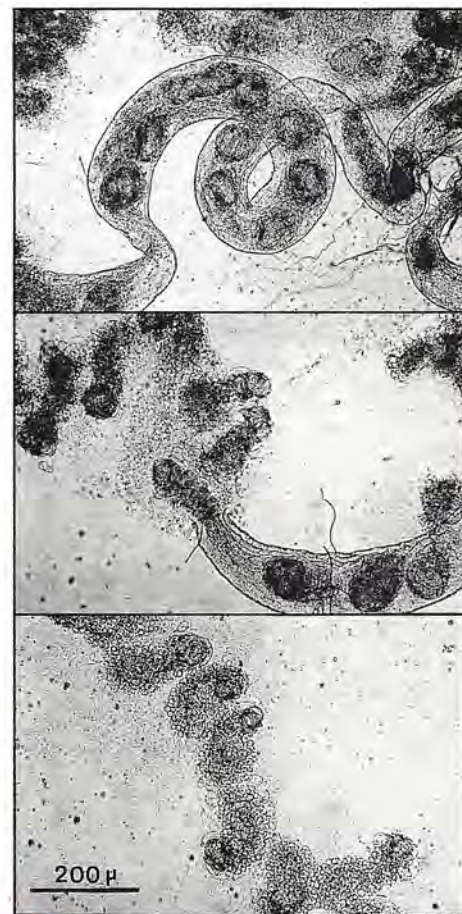


L'évolution de spermatozoïdes de taille démesurément exagérée s'est produite de façon sporadique chez divers arthropodes (ostracodes chez les Crustacés; scutigères chez les Myriapodes; notonectes et drosophiles chez les Insectes). Parmi ces dernières, cette évolution fantastique ne concerne qu'un taxon particulier, le groupe repleta, au sein du sous-genre Drosophila, qui détient avec notamment Drosophila hydei (2 cm) et Drosophila bifurca (6 cm) le record de longueur de spermatozoïdes chez les animaux. Chez ces deux dernières espèces, la taille du spermatozoïde atteint 10 et 20 fois celle du corps de l'animal. Toutes proportions gardées, cela ferait chez un homme un spermatozoïde de 18 et 36 mètres respectivement !

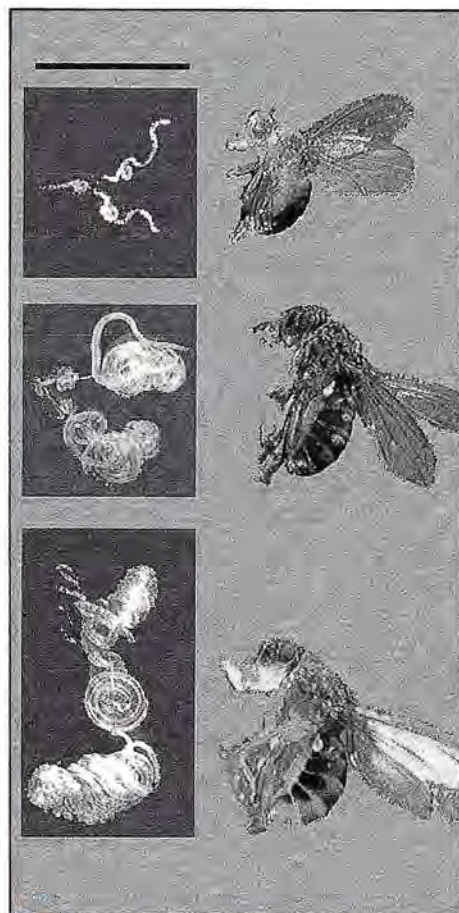


Patterson, dès 1943, avait déjà publié des dessins très suggestifs de l'appareil reproducteur du mâle et de la femelle de *D. hydei*, *D. bifurca* et d'autres espèces proches, dans son livre sur les drosophiles du Sud-Ouest des États-Unis. Il faut en effet préciser que le gigantisme

affecte non seulement le gamète mâle, mais aussi la structure qui le produit, c'est-à-dire le testicule chez le mâle, ainsi que la structure que le reçoit, c'est-à-dire le réceptacle ventral chez la femelle qui est le principal organe de stockage des spermatozoïdes transférés après l'accouplement. Une courbe de corrélation entre ces trois entités a d'ailleurs été établie par notre équipe chez 26 espèces de drosophiles et montre l'exactitude de cette corrélation qui corrobore parfaitement des mesures directes, en particulier chez les espèces à spermatozoïdes géants. Ainsi, Patterson dessinait-il des testicules et des réceptacles gigantesques, qui occupent en fait la totalité de la cavité abdominale du mâle et de la femelle, sans pour autant que la communauté scientifique de l'époque ne prête attention à ce phénomène. Ce n'est en effet que très récemment que la diversité de la longueur des spermatozoïdes chez les drosophiles mais aussi la distribution de taille au sein d'une population voire d'un individu, a suscité un intérêt nouveau du fait de la diversité des systèmes gamétiques observés dans cette famille et de la complexité des explications évolutives sous-jacentes. L'existence d'un tel gigantisme est sans doute l'un des grands paradoxes de l'évolution du sexe. La signification évolutive de cette croissance exagérée du gamète mâle est devenue ces dernières années l'objet de débats controversés.



■ Spermatozoïdes à l'intérieur de la vésicule séminale (en haut), en train de sortir de la vésicule (au milieu) et isolés (en bas). Chaque pelote représente un seul spermatozoïde (Clichés CNRS)



■ *Drosophila melanogaster* (en haut), *D. hydei* (au milieu) et *D. bifurca* (en bas) avec les testicules (à gauche) sortis du corps de l'animal. Les six photos sont prises à la même échelle: la barre horizontale représente 2 mm (Cliché CNRS)

Une maturité sexuelle tardive

Comment concevoir ainsi qu'il ne faut pas moins de 17 jours chez *D. bifurca* pour qu'un mâle ait enfin atteint l'âge de la maturité

sexuelle et que ses testicules soient correctement développés, alors que *D. melanogaster*, la célèbre mouche de laboratoire, est capable de s'accoupler dès l'âge de 2 jours et que ses testicules atteignent la taille adulte quelques heures seulement après l'émergence. A tel point qu'un jeune mâle de

D. bifurca, à peine mature, est capable de s'accoupler sans pour autant transférer de spermatozoïdes. La signification d'un tel comportement reste tout à fait énigmatique dans le contexte de la sélection sexuelle.

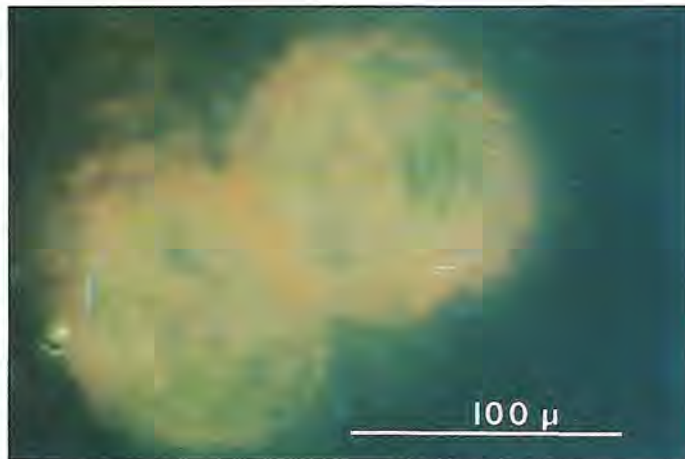
Le corollaire du gigantisme des spermatozoïdes est la réduction de leur nombre pour accomplir la fécondation; en effet, plus le gamète est long et plus il est coûteux à produire. Or, l'investissement du mâle dans un tel gamète est avantageux du fait de la plus grande assurance de paternité que ce dernier aura. Nous avons en effet montré précédemment qu'il existait une relation inverse entre la longueur des gamètes et le nombre de spermatozoïdes produits, transférés et stockés chez la femelle. Ainsi, UN spermatozoïde de mammifère par exemple a une assurance de parenté quasiment nulle alors qu'UN spermatozoïde géant de *D. hydei* ou *D. bifurca* a de 80% à 100% de chances de féconder un ovule. On peut alors penser que la réduction du gaspillage des gamètes résulte en un gain énergétique significatif. Reste à savoir si ce gain profite à la mère ou à l'embryon et reste à expliquer comment il est susceptible de compenser la perte considérable de la femelle en terme de valeur sélective (nombre de descendants).

Un canon à spermatozoïdes

Mais la découverte la plus étonnante et la plus inattendue concernant les gamètes de *D. bifurca* est bien la façon dont les spermatozoïdes sont transférés à la femelle. Nous pourrions appeler cela "le canon à spermatozoïdes". En effet, le mâle offre à la femelle des boulets de spermatozoïdes, mais chaque boulet est composé d'un seul et unique

gamète de 6 cm enroulé sur lui-même. Il s'agit d'un cas unique dans le règne animal de transfert de spermatozoïdes un par un. Cette extraordinaire propriété est rendue possible grâce à une structure particulière du tractus génital, intermédiaire entre le testicule et la vésicule séminale, qui a pour effet de démêler les spermatozoïdes les uns des autres, de les individualiser et de les enrouler sur eux-mêmes,

sans nœud, en énormes boulets monospermatiques. Puis ces boulets pénètrent dans la vésicule, sorte de gaine longue et filiforme, dans laquelle on peut voir un chapelet de gamètes, à la queue-leu-leu, attendant le moment favorable pour pouvoir être expulsés et transmis à la femelle. Là, il faut encore qu'ils arrivent à se dérouler sur toute leur longueur et à se glisser dans le réceptacle afin d'être en bonne position pour pouvoir assurer la fécondation. Imaginez un fil de 36 mètres de long (le spermatozoïde), faites le rentrer dans une chaussette à peine plus large que lui (c'est le réceptacle ventral de la femelle), essayez ensuite de le faire ressortir en lui faisant faire demi-tour (le réceptacle est un cul-de-sac) puis de le faire passer par le chas d'une aiguille (que peut représenter le minuscule orifice du chorion que le spermatozoïde doit franchir pour entrer dans l'ovule) sans qu'il y ait de nœud, sans que le fil casse et tout en reconnaissant la tête de la queue ! Vous n'avez alors qu'un



■ Spermatozoïdes isolés de *D. bifurca* en "boulet" observés en microscopie confocale. Le bleu colore l'ADN nucléaire, le vert colore le flagelle et le rouge colore des substances du fluide séminal qui englobent le gamète. (Cliché CNRS)

faible aperçu de ce qui se passe au moment de l'accouplement et de la fécondation chez les espèces à spermatozoïdes géants. Les solutions incroyables auxquelles a abouti l'évolution pour assurer la pérennité des espèces sont autant de voies passionnantes dont il faut percer les secrets. ◆

Pour en savoir plus

- ◆ **Joly D. et Bressac C.**, 1994 - Sperm length in *Drosophilidae* (Diptera) : estimation by testis in receptacle length - *Int. J. Insect Morphol. & Embryol.* 23:85-92
- ◆ **Lachaise D., Bressac C., Fleury A. et Joly D.**, 1995 - Interview donnée à *Pour la Science* : "Spermatozoïdes géants", Janvier 1995 : pp32-33

Les auteurs

Dominique Joly, Christophe Bressac et Daniel Lachaise sont chercheurs au Laboratoire : Populations, Génétique et Evolution au C.N.R.S. de Gif sur Yvette