

J'ai aussi enregistré les sons dans l'aquarium, et j'ai montré que le mouvement du corps du serpent, juste avant l'attaque, propage une onde de pression assez forte pour faire sursauter le poisson.

Cette stratégie est ingénieuse, car elle utilise la rapidité du système nerveux des poissons contre eux. Les poissons ont une paire de cellules géantes, nommées neurones de Mauthner, de chaque côté du cerveau. Leur prolongement ou axone émet des signaux vers le côté opposé du corps du poisson. C'est la rapidité relative de ces deux neurones qui détermine la direction de fuite. Si un son arrive de la gauche, les vibrations stimulent d'abord le neurone de Mauthner gauche, qui à son tour active les neurones moteurs du côté droit du corps :



1. LES TENTACULES COUVERTS d'écaillés détectent le moindre mouvement de l'eau à l'approche d'un poisson (photographie obtenue par microscopie à balayage électronique).

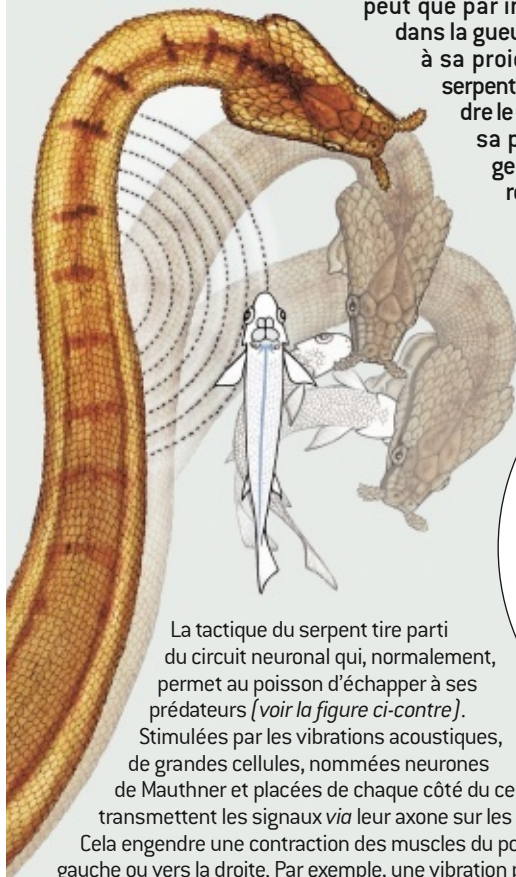
la contraction musculaire qui en résulte courbe le poisson vers la droite.

En même temps, des neurones inhibiteurs empêchent les muscles de se contracter à gauche, de sorte que rien ne s'oppose à l'esquive sur la droite. La fuite est alors rapide, à moins que le poisson ne se trouve près d'un serpent à tentacules... Dans ce cas, le mouvement du corps du serpent déclenche des réactions nerveuses en cascade qui aboutissent à une fuite dans la mauvaise direction. Et l'activation simultanée des circuits inhibiteurs du poisson, qui fonctionnent normalement comme un système de sécurité, ne lui laisse aucune possibilité de revirement.

Cette ruse étonnante du serpent permet d'expliquer le comportement suicidaire du poisson. En 1999, John Murphy, du Musée Field d'histoire naturelle de Chicago, avait déjà constaté l'extrême rapidité avec laquelle le serpent avale le poisson. Mes vidéos montrent que le virage que le poisson effectue permet la plupart du temps au serpent de l'avaler tête la première, la façon la plus rapide pour ce type de prédateurs d'ingurgiter leur proie. Par ailleurs, cette tactique permet au serpent de manger souvent et de ne pas dévoiler son identité : en effet, comment pourrait-il être un morceau de bois inoffensif si d'autres poissons le voient manger ? En outre, les serpents ont aussi des prédateurs. Ne pas être aperçu en train d'avaler sa proie diminue le risque d'être lui-même chassé.

UN COMPORTEMENT DE CHASSE COMPLEXE

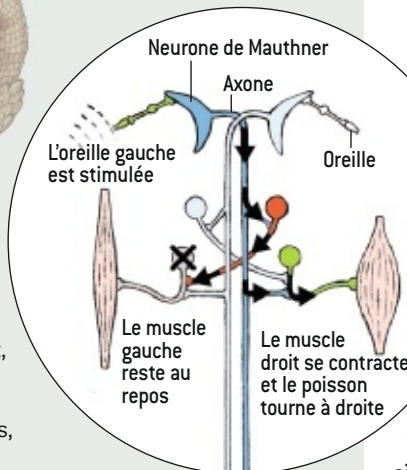
Le serpent à tentacules, lorsqu'il est à l'affût, tend son piège en adoptant la forme incurvée d'un J. Quand le poisson, peu méfiant, s'engouffre dans la partie concave formée par la tête et le haut du corps, le serpent effectue un mouvement qui propage une onde de pression. Celle-ci fait sursauter le poisson et le fait fuir dans la direction opposée. Si le poisson est placé parallèlement aux mâchoires du serpent lors de cette feinte, il se peut que par inadvertance il atterrisse droit dans la gueule du serpent. S'il fait déjà face à sa proie (voir la figure ci-contre), le serpent anticipe la direction que va prendre le poisson dans sa fuite. Avant que sa proie n'ait eu le temps de bouger, le serpent déplace ses mâchoires à l'endroit même où le poisson se positionnera, prêt à l'avaler.



La tactique du serpent tire parti du circuit neuronal qui, normalement, permet au poisson d'échapper à ses prédateurs (voir la figure ci-contre).

Stimulées par les vibrations acoustiques, de grandes cellules, nommées neurones de Mauthner et placées de chaque côté du cerveau, transmettent les signaux via leur axone sur les flancs opposés du poisson.

Cela engendre une contraction des muscles du poisson qui se tourne alors vers la gauche ou vers la droite. Par exemple, une vibration perçue par l'oreille gauche stimule le neurone de Mauthner gauche, dont l'axone envoie le signal sur le côté droit du corps du poisson : la contraction des muscles à droite dirige l'animal sur la droite. En même temps, des neurones inhibiteurs (en rouge) empêchent les muscles du côté gauche de se contracter, assurant que rien ne puisse entraver le virage à droite du poisson.



Anticiper la fuite

« Quand vous tombez sur quelque chose d'intéressant, abandonnez tout le reste et consacrez-vous à son étude. » C'est dans l'esprit du psychologue américain Burrhus Skinner que j'ai décidé d'étudier le comportement du serpent en tant que prédateur, avant de comprendre le rôle de ses tentacules. Car ce serpent a plus d'une ruse dans son sac.

Bien que le sursaut du poisson vers la gueule du serpent soit impressionnant, il ne fonctionne que lorsque le poisson est situé au bon endroit, entre la tête et le cou du serpent, parallèlement à ses mâchoires. Parce que la réaction de fuite du poisson le propulse soit à droite, soit à gauche, le serpent ne peut pas faire sauter le poisson dans sa gueule si celui-ci est face à ses mâchoires. Que se passe-

t-il alors dans ce cas ? Le serpent à tentacules anticipe la réaction du poisson (voir l'encadré page ci-contre).

D'abord, il utilise une feinte pour l'éloigner de son corps et l'envoyer sur une trajectoire parallèle à ses mâchoires. Puis, avant que le poisson ne bouge, le serpent se dirige vers la future position de sa tête, de sorte que ses mâchoires soient en place avant que le poisson n'arrive. Les événements se succèdent si vite que le serpent ne peut pas utiliser d'informations visuelles pour localiser la proie pendant l'attaque : il doit les anticiper. Dans certains cas, le poisson ne bouge pas ou ne tourne pas dans la direction attendue (une feinte ne réussit pas toujours !), mais le serpent part quand même se placer là où il devrait être pour avaler le poisson (si celui-ci bougeait). Ce comportement confirme que le serpent attaque par anticipation plutôt qu'en pistant sa proie.

La chasse est innée

Parfois, le serpent à tentacules se jette sur un poisson même s'il n'a pas réussi à l'orienter dans la direction escomptée. Toutefois, la plupart du temps, il attend patiemment que sa proie entre dans le piège que représente sa posture en forme de J. J'ai découvert aussi que le serpent a plusieurs types d'attaques anticipées, selon la position du poisson. Par exemple, variant les contorsions, le serpent place sa tête sous son corps pour attraper de face un poisson en fuite. Il semble donc que le serpent choisisse sa stratégie selon la situation. Cette technique d'anticipation soulève une question intéressante : les serpents à tentacules apprennent-ils à anticiper la réaction de fuite du poisson grâce à l'expérience, ou cette capacité est-elle innée, présente dès la naissance ?

Plusieurs des serpents que nous avons au laboratoire ont donné naissance à des petits. Les tests réalisés avec ces serpents nouveau-nés ont montré leur capacité immédiate à anticiper la réaction de fuite du poisson (quand celui-ci est dans la position adéquate) et leur don inné pour les piéger.

En 2010, nous avons observé que cette aptitude innée témoigne de la longue évolution des serpents à tentacules, en tant que prédateurs. Elle soulève une question fondamentale en biologie, celle des rôles respectifs de l'inné et de l'acquis dans le comportement. Le serpent à tentacules se situe à l'extrémité de ce *continuum*, au moins



2. QUAND IL CHASSE, le serpent à tentacules prend une posture en forme de J. Les poissons entrant dans la partie concave de ce J sont alors piégés.

Kenneth C. Catania

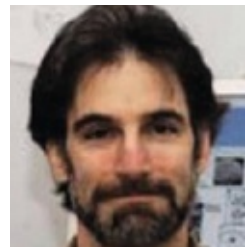
en ce qui concerne la capacité d'attaque des serpents nouveau-nés. La réaction prévisible du poisson aux vibrations soudaines de l'eau a entraîné l'apparition d'un comportement inné du serpent – ses attaques anticipées – qui tire profit d'un autre comportement inné du poisson – ses réactions de fuite.

Le fait que le poisson n'ait pas développé de contre-stratégie suggère que le serpent à tentacules agit, comme l'indiquait le paléontologue américain Stephen Jay Gould, en « ennemi rare » : il exploite un comportement qui, d'habitude, est très bien adapté. Les poissons ont de nombreux prédateurs. En général, ce qu'ils ont de mieux à faire quand ils détectent un mouvement suspect de l'eau, c'est de fuir dans le sens opposé. Et ce n'est vraiment pas de chance s'ils tombent nez à nez avec un serpent à tentacules qui a anticipé leur comportement et les prive d'échappatoire.

Quant aux tentacules du serpent, sont-ils utiles à la chasse ? En 2010, avec mes collègues Duncan Leitch et Danielle Gauthier, nous avons déterminé leur fonction. En examinant l'anatomie des terminaisons nerveuses de ces appendices, leurs réactions à divers types de stimulations, ainsi que la façon dont elles communiquent avec le cerveau, nous avons montré que les tentacules sont des organes très sensibles qui captent le moindre mouvement de l'eau (voir la figure 1).

Nous avons aussi filmé des serpents en lumière infrarouge : ils sont capables d'attraper un poisson sans le voir. Apparemment, les tentacules permettent au serpent de détecter et de capturer sa proie la nuit ou dans une eau trouble, en captant les vibrations dans l'eau. Ce sont donc d'excellents organes sensoriels qui aident le serpent à « voir » les poissons et à les ingérer. ■

L'AUTEUR



Kenneth CATANIA est professeur de biologie et neurobiologiste au Département de biologie de l'Université Vanderbilt de Nashville, aux États-Unis.

✓ SUR LE WEB

Vidéo sur le serpent à tentacules : www.ScientificAmerican.com/apr2011/catania

✓ BIBLIOGRAPHIE

K. C. Catania, *Born knowing : Tentacled snakes innately predict future prey behavior*, *PLoS ONE*, vol. 5, e10953, 16 juin 2010.

K. C. Catania et al., *Function of the appendages in tentacled Snakes (Erpeton tentaculatus)*, *Journal of Experimental Biology*, vol. 213, pp. 359-367, février 2010.

K. C. Catania, *Tentacled snakes turn C-Starts to their advantage and predict future prey behavior*, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 106, pp. 11 183-11 187, juillet 2009.