

> électriques de basse tension. Chez le genre *Electrophorus*, c'est-à-dire les anguilles électriques, ces organes électriques sont devenus capables d'émettre des décharges pouvant dépasser 850 volts de tension, ce qui en fait de véritables armes. Une anguille électrique peut peser plus de 18 kilogrammes et mesurer 2,5 mètres de long. Réparti tout au long du corps, son organe électrique est constitué de milliers d'électrocytes, des cellules particulières en forme de disque qui fonctionnent comme des batteries, chacune d'elles pouvant créer une tension de 0,15 volt.

Pour vérifier que la comparaison avec le Taser était pertinente, je devais observer une anguille chasser. J'ai placé dans son bassin un poisson mort, mais aux nerfs et muscles toujours fonctionnels, et lui ai relié un fil afin de mesurer ses contractions musculaires; ce poisson était protégé de l'anguille par une barrière conductrice. Puis j'ai ajouté des vers de terre dans le bassin, que le gymnote dévorait après les avoir attaqués par décharges électriques.

Les séries de décharges de forte tension de l'anguille provoquaient des contractions musculaires massives dans le poisson quelque trois millisecondes après chaque attaque électrique, un temps que j'avais déjà mesuré en visionnant les vidéos d'attaque au ralenti. Les anguilles électriques sont donc l'équivalent d'un Taser aquatique. Les expériences ont aussi révélé qu'elles n'activent pas directement les muscles des poissons, mais seulement les nerfs qui y mènent. Chaque décharge de forte tension d'une anguille engendre, dans les nerfs moteurs du poisson, ce que l'on nomme un potentiel d'action, c'est-à-dire une impulsion nerveuse.

Cette observation est remarquable si l'on considère que l'organe électrique de l'anguille est un muscle modifié, activé par les propres nerfs moteurs – eux-mêmes activés par le cerveau – de l'animal. Ainsi, pour chaque décharge de forte tension, un signal de commande naît dans le cerveau de l'anguille, court le long de ses motoneurones – ces neurones dédiés à la transmission des signaux du cortex moteur –, active l'organe électrique, qui l'amplifie; puis, en passant à travers l'eau, le signal amplifié parvient aux motoneurones des poissons présents à proximité, dont les muscles se figent. Autrement dit, l'anguille dispose d'une sorte de télécommande mentale qui lui permet de paralyser ses proies à distance!

DOUBLETS ÉLECTRIQUES

Cette conclusion suggère que le fonctionnement des muscles des proies de l'anguille a régi en partie l'évolution de son organe électrique. Cette idée en tête, j'ai étudié de plus près les séries de décharges de forte tension. Les écrits d'un chercheur m'ayant précédé m'avaient en effet intrigué: Richard Bauer avait

établi en 1979 que les anguilles électriques émettent pendant la chasse des paires d'impulsions électriques séparées de deux millisecondes. J'ai pu observer chacune de mes anguilles de laboratoire émettre de tels «doublets électriques». À quoi servent-ils?

Une petite recherche sur la physiologie musculaire m'a révélé que les doublets électriques, ou les paires de potentiels d'action qu'ils créent, provoquent une tension musculaire maximale. Mes observations montraient que les doublets émis par les anguilles entraînent un tremblement soudain du corps de la proie, alors que les séries de décharges paralysent celle-ci de façon continue. Les tremblements convulsifs font vibrer l'eau, ce que l'anguille perçoit. Cela suggérait que l'émission

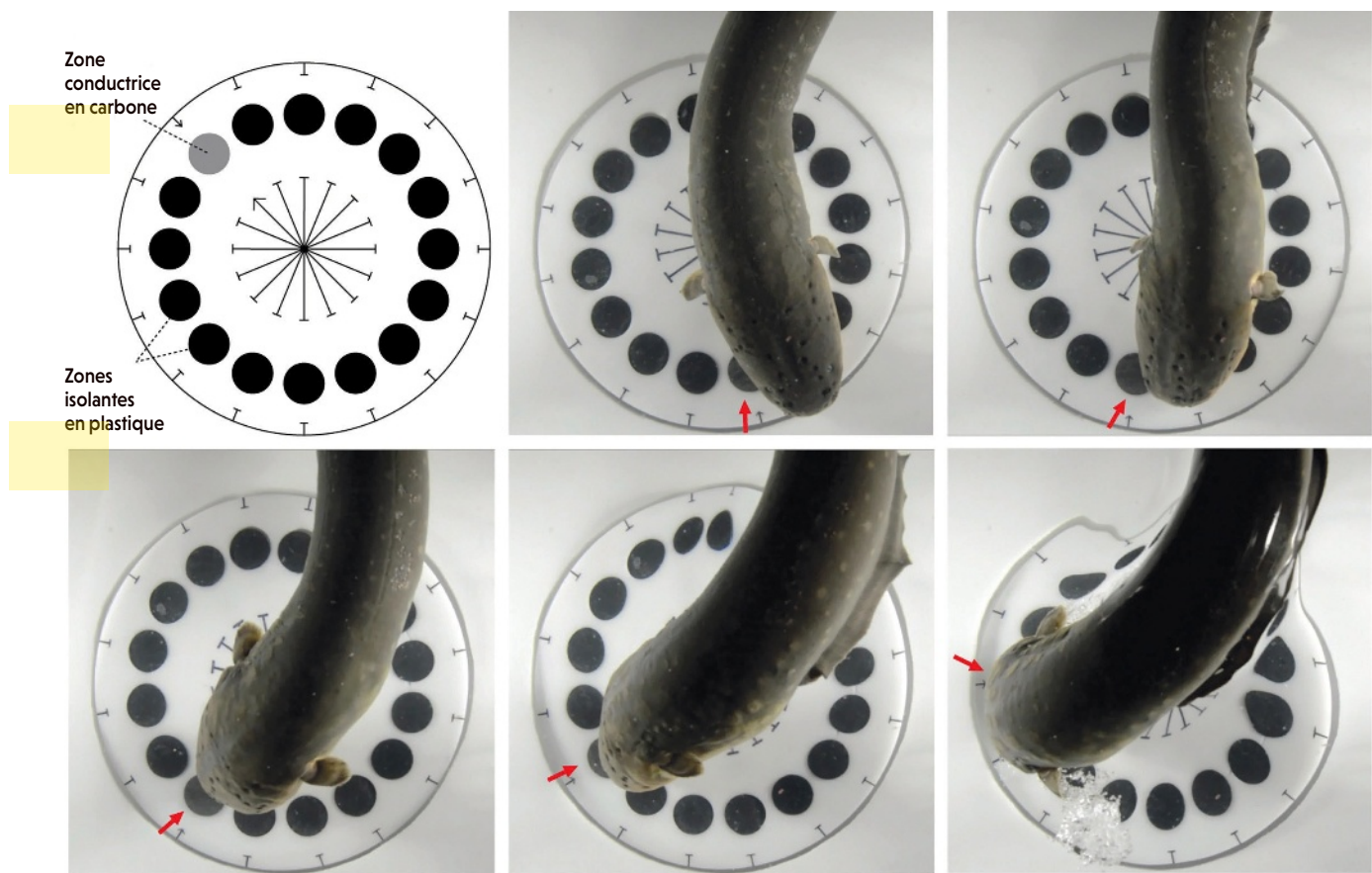
Le gymnote constitue un dipôle électrique, sa tête étant le pôle positif

de doublets par le gymnote est un moyen d'obliger les animaux aquatiques à se trahir. Après tout, les anguilles électriques sauvages chassent la nuit dans les eaux amazoniennes, où elles sont entourées d'une très grande diversité de proies dissimulées, des proies beaucoup plus difficiles à repérer que les vers et poissons rouges que je mettais dans le bassin de mes anguilles.

UNE REDOUTABLE CHASSEUSE

Un fait soutient cette idée: quand les anguilles de mon laboratoire avaient affaire à de nouveaux types de proies, telles des écrevisses, ou à des animaux dissimulés sous les plantes du bassin, elles émettaient souvent des doublets électriques, puis attaquaient après le tremblement de la proie, comme si elles avaient été averties.

Ces observations étaient déjà très éloquentes, mais j'ai voulu avoir une preuve directe. J'ai attaché le poisson mort à un stimulateur électrique déclenchable soit par moi, soit par un doublet électrique de l'anguille, puis l'ai placé dans un sac plastique refermable choisi pour le protéger des doublets du gymnote. Ce dispositif m'a permis de contrôler le moment où les muscles du poisson se contractaient. Or



en l'absence de tremblement du poisson, les gymnotes ne réagissaient pas: ils n'attaquaient que si leurs doublets électriques étaient suivis de convulsions du poisson.

L'anguille électrique utilise donc deux types différents de contrôle à distance qui, à eux deux, en font une redoutable chasseuse: avec l'un, l'anguille force les proies à révéler leur présence, puis, avec l'autre, elle les fige.

Être capable de contrôler un autre animal à distance est déjà spectaculaire, mais les «superpouvoirs» de l'anguille ne s'arrêtent pas là. L'animal sait aussi se servir de son organe électrique pour mettre à mort. Ses décharges électriques ont l'inconvénient de se répartir dans tout le volume d'eau qui entoure le gymnote, de sorte que seule une infime fraction de sa puissance électrique atteint la proie. Comment alors celle-ci est-elle tuée? Le grand physicien anglais Michael Faraday, qui a effectué en 1838 des expériences avec des anguilles électriques, nous a donné la clé pour le comprendre.

Le gymnote constitue un dipôle électrique. En d'autres termes, les lignes représentant son champ électrique émanent de la tête de l'animal, chargée positivement, et se terminent sur sa queue, chargée négativement. La densité de ces lignes en un point donné correspond à l'intensité du champ électrique en ce point;

Des expériences ont montré que l'anguille électrique peut repérer ses proies en émettant des impulsions électriques de tension élevée. Ainsi, elle repère vite et avec précision la seule zone conductrice placée sur ce disque en rotation rapide, même si elle est visuellement indiscernable des autres.

l'intensité est ainsi maximale aux pôles et diminue très vite avec la distance. Or on apprend dans les cours de physique que l'intensité du champ électrique régnant entre les charges d'un dipôle augmente considérablement lorsqu'on rapproche ces dernières. L'anguille électrique semble avoir fréquenté de tels cours, puisqu'elle rapproche ses pôles dès qu'une proie lui résiste: elle la maintient fermement dans sa gueule (pôle positif) et se courbe pour l'envelopper avec sa queue (pôle négatif), avant d'émettre une série de décharges électriques de forte tension.

Pour évaluer les effets de cette manœuvre, j'ai conçu un jouet à mâcher spécial pour anguille électrique: une paire d'électrodes enregistrant la tension et montées sur un support en plastique, le tout placé à l'intérieur d'un poisson mort. Quand les gymnotes prenaient ce dispositif dans leur gueule, je secouais les fils reliés aux électrodes afin de simuler le comportement d'une proie récalcitrante. Les anguilles s'enroulaient alors autour du dispositif et le soumettaient à une très forte tension: le champ électrique reçu par la proie factice était le double du champ électrique produit normalement par les anguilles. Ce comportement permet à l'animal de concentrer sa puissance électrique sur une cible afin de mieux la tuer.