

**DOSSIER
POUR ENSEIGNANTS**

**AQUARIUM TROPICAL
DE LA PORTE DORÉE**

POISSONS ÉLECTRIQUES D'EAU DOUCE

Ministère

Culture

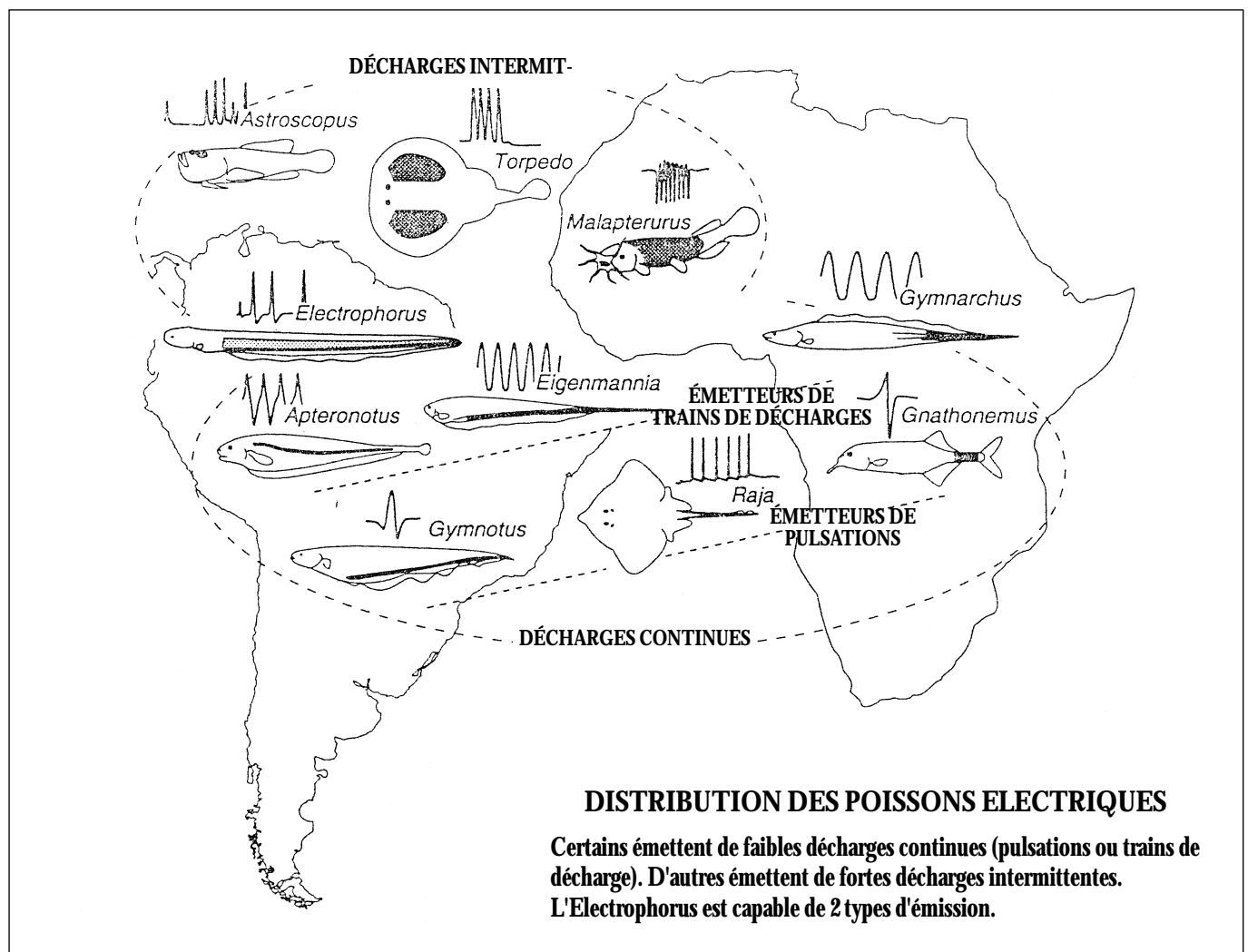
Direction
des musées
de France

LES POISSONS ÉLECTRIQUES D'EAU DOUCE

De nombreux poissons sont sensibles aux variations du champ électrique qui les environne : ils recueillent passivement des informations grâce à des électrorécepteurs. Mais peu d'entre eux possède un véritable sens électrique : ils peuvent émettre des signaux électriques, en recevoir, réalisant ainsi des communications et un recueil actif d'informations.

La carte ci-dessous situe les lieux de vie des véritables poissons électriques : eau douce d'Afrique et d'Amérique du sud, mais aussi eau de mer pour les raies, les torpilles et les astroscopes. Seuls les poissons électriques d'eau douce seront étudiés ici. Les faibles décharges permettent l'orientation dans l'espace, la localisation des obstacles, la détection des proies, la communication intraspécifique.

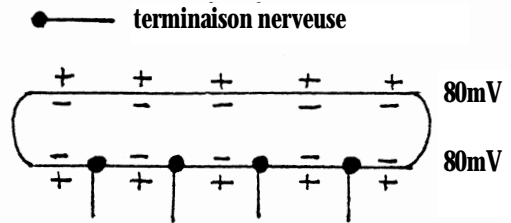
Les fortes décharges servent à l'attaque et à la défense.



I - L'ÉMISSION D'ÉLECTRICITÉ

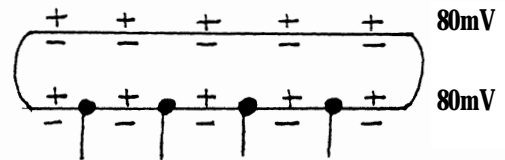
Le courant électrique est produit par des électrocytes qui sont des cellules musculaires modifiées. Les électrocytes sont placés sous la peau, généralement dans la partie postérieure du corps, parfois dans le seul pédoncule caudal. Une différence de potentiel électrique existe entre l'intérieur et l'extérieur des cellules : par exemple 80 millivolts. L'électrocyte en forme de disque ou de cylindre est innervé sur une seule de ses faces. A l'arrivée du flux nerveux, la face innervée inverse sa polarité. Une différence de potentiel existe alors entre les 2 faces de l'électrocyte (par exemple ici 160 millivolts).

Électrocyte au repos

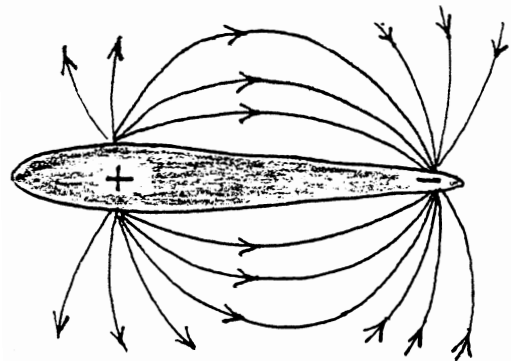


Le nombre d'électrocytes est variable (de quelques centaines chez les mormyridae à plusieurs millions chez le malapterurus) et la tension globale obtenue peut varier de quelques dixièmes de volts à plus de 50 volts. Le centre rythmeur du bulbe rachidien provoque la décharge simultanée de tous les électrocytes plusieurs fois par seconde.

Électrocyte à l'arrivée de l'influx nerveux



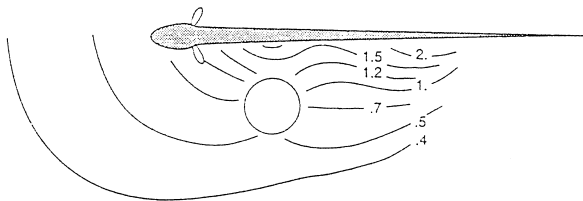
Dans l'organe électrique, le courant produit se propage de l'arrière vers l'avant, et il circule de l'avant vers l'arrière dans l'eau ionisée ambiante. Un champ électrique se forme autour du poisson.



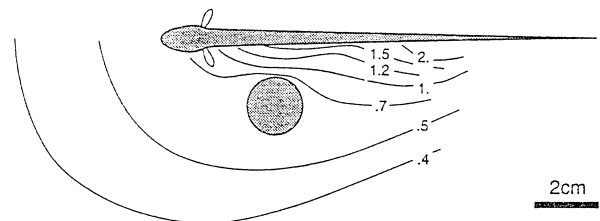
Dans ce champ électrique, des objets plus ou moins conducteurs que l'eau ionisée déforment les lignes de champ.


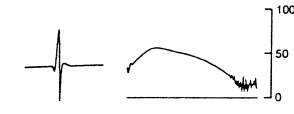

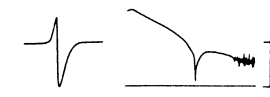

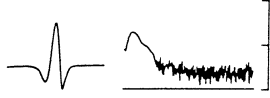

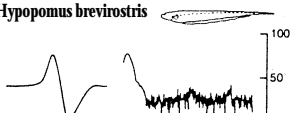

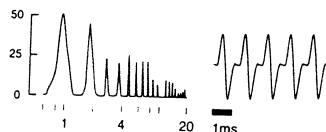

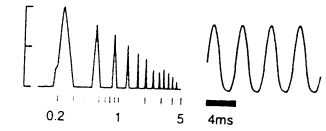
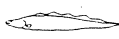
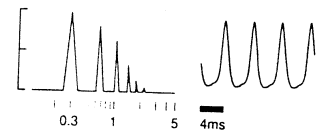

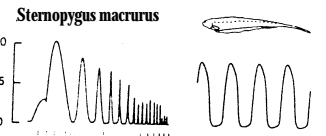
Déformations du champ électrique

Objet moins conducteur que l'eau : plexiglas

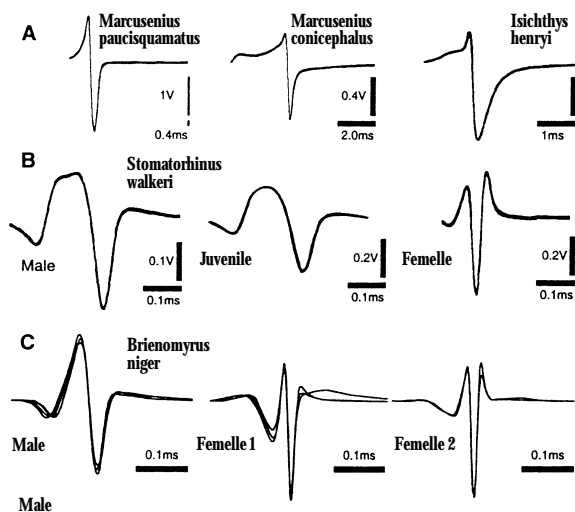


objet plus conducteur que l'eau : aluminium

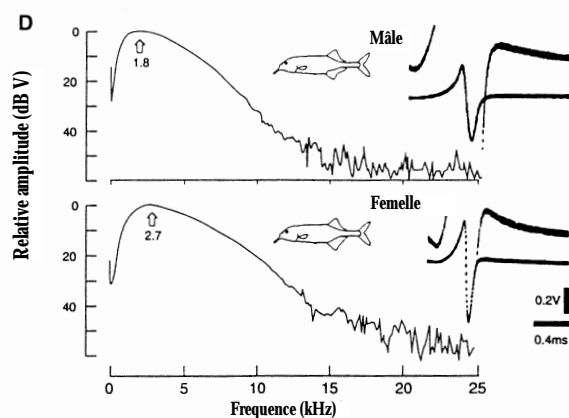


ESPÈCES QUI ÉMETTENT DES PULSATIONS (PULSE) (WAVE)	ESPÈCES QUI ÉMETTENT DES TRAINS DE DÉCHARGE
les intervalles entre les décharges durent plus longtemps que les décharges elles-mêmes	les décharges individuelles durent aussi longtemps que les intervalles
<p style="text-align: center;">mormyres - gymnotiformes</p> <p>Brienomyrus niger </p>  <p>Mormyrus rume </p>  <p>Gymnotus carapo </p>  <p>Hypopomus brevirostris </p>  <p>2ms 0 10 20 Fréquence (kHz)</p>	<p style="text-align: center;">gymnarque - gymnotiformes - gnathonémus</p> <p>Apteronotus albifrons </p>  <p>Eigenmannia virescens </p>  <p>Gymnarchus niloticus </p>  <p>Sternopygus macrurus </p>  <p>0.2 1 5 4ms</p> <p>0.05 0.2 1 20ms</p>

DIVERSITÉ DES DÉCHARGES CHEZ LES MORMYRIDAE



Différences selon l'espèce (A), l'âge (B), le sexe (B,C), l'individu (C)



Différences selon le sexe (amplitude et fréquence)

II - L'ÉLECTRORÉCEPTION

Il existe 3 types d'électrorécepteurs :

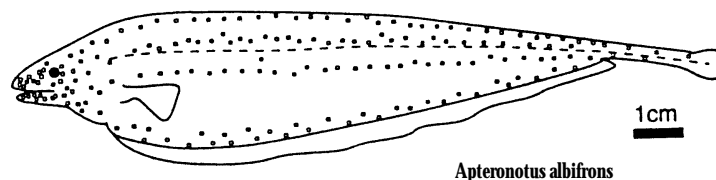
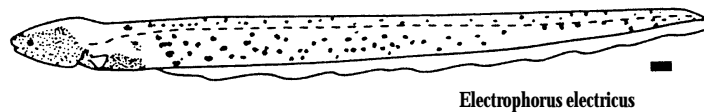
- les organes tubéreux du 1^{er} type ont une fonction d'électrolocalisation : synchronisés avec les organes électrogènes, ils décèlent des modifications subies par le champ électrique périodique au contact d'objets plus ou moins conducteurs. Ils transmettent, soit un nombre d'impulsions proportionnel à l'intensité mesurée, soit une impulsion unique ; dans ce cas la période de latence est plus courte lorsque l'intensité est plus grande. Au niveau de l'encéphale, s'établit une " carte " de l'environnement électrique. Le cervelet, de grande taille, est le lieu où se réalise une grande partie de l'analyse des informations reçues.

- les organes tubéreux du 2^{ème} type n'évaluent pas l'intensité du champ, mais répondent avec beaucoup de sensibilité à tout événement électrique bref par une impulsion nerveuse unique. Ils répercutent ainsi, même à grande distance, les signaux des autres poissons. Ils permettent la communication entre les individus. Un poisson dominant peut brouiller l'électrolocalisation d'un dominé.

- Les organes ampullaires ou électrorécepteurs toniques sont sensibles aux champs électriques continus ou de basse fréquence produits par les êtres vivants. Ils existent chez d'autres animaux que les poissons électriques : requins, dipneustes, polyptères, esturgeons, salamandres, tritons.

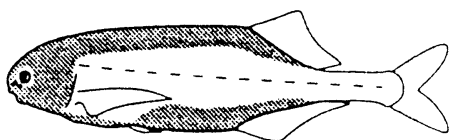
Ces organes électrorécepteurs sont diversement répartis sur le corps des poissons électriques :

- chez les gymnotiformes

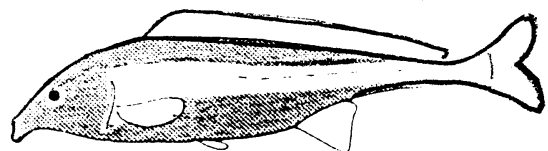


- chez les mormyres (zones grisées)

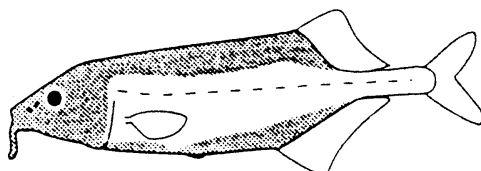
Brienomyrus niger



Mormyrus hasselquistii



Gnathonemus petersii

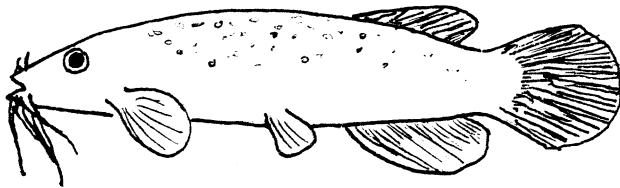


Mormyrus deliciosus



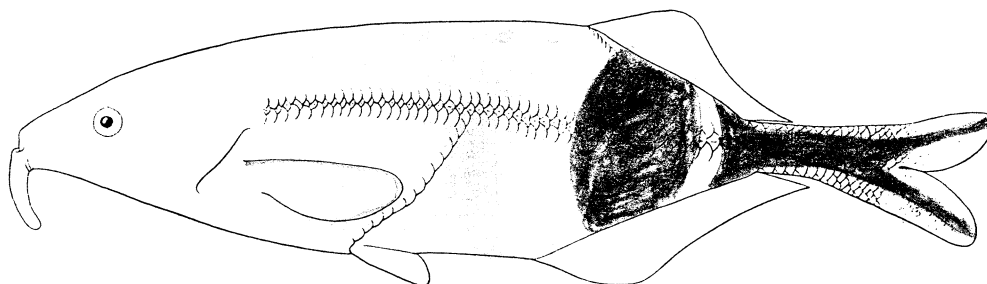
III - QUELQUES POISSONS ÉLECTRIQUES PRÉSENTÉS À L'AQUARIUM DU MAAO

Malapterus electricus = poisson-chat électrique
malapteruridae - Afrique.



Les organes électrogènes forment un manteau entre la peau et les muscles (il atteint 7mm d'épaisseur pour un poisson de 32 cm de longueur) ;
Ce poisson-chat électrique émet de fortes décharges intermittentes, de l'ordre de 300 volts.

Gnathonemus petersii = poisson éléphant
mormyridae - Afrique



Les organes électrogènes sont localisés dans le pédoncule caudal. Le poisson-éléphant émet de faibles décharges pulsatoires qui durent 0,3 milliseconde et sont espacées par des silences de plusieurs dizaines de millisecondes.

Son barbillon mentonnier placé sous la bouche permet de fouiller le substrat.

Gymnarchus niloticus = gymnarque = extrémité nue
gymnarchidae - Afrique



Ses 8 organes électrogènes tubulaires sont placés entre les muscles de la queue. Chaque organe est fait de 140 électrocytes environ.

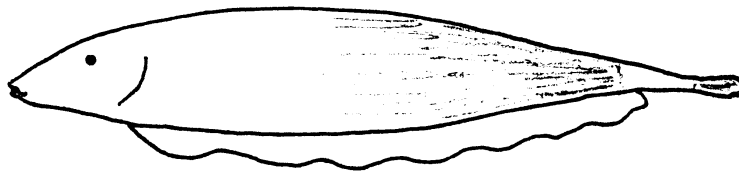
Le gymnarque émet des trains de décharges de fréquence 300 Hz d'une tension de quelques volts. Il possède de nombreux électrorécepteurs permettant l'électrolocalisation et la communication.

Electrophorus electricus = gymnote = " dos nu " = anguille électrique
electrophoridae - Amazone, Guyane.



La gymnote est le seul poisson capable d'émettre de fortes décharges intermittentes et de faibles décharges continues. Les 5/6 postérieurs de son corps sont occupés par les organes électrogènes. Ces organes électrogènes sont constitués de 5000 à 6000 électrocytes. La gymnote est capable d'émettre de fortes décharges (jusqu'à 700 volts) pour paralyser ses proies ou pour se défendre. Elle émet aussi de faibles décharges (de l'ordre de 20 volts) destinées au sondage du milieu et à la communication.

Apteronotus albifrons
apteronotidae - Amazonie, Guyane



Des organes électrogènes très allongés entourent la moitié postérieure du corps et se rassemblent en faisceau dans le pédoncule caudal. Chaque Apteronotus émet des décharges faibles à une fréquence qui lui est propre, voisine de 1000 Hz. Cette propriété a été particulièrement mise en évidence à l'aquarium de Nancy : seule une modification de la qualité de l'eau fait varier la fréquence d'émission d'un individu. Une application industrielle a été développée en station de potabilisation de l'eau : deux électrodes sont reliées à un fréquencemètre ; une fluctuation de la qualité de l'eau entrant dans l'aquarium déclenche une alarme.

Ces poissons créent autour d'eux un champ électrique. Les obstacles plus ou moins conducteurs génèrent des déformations de ce champ, ce qui permet à l'animal d'avoir une connaissance de son environnement comme à l'aide d'un sonar ou d'un radar.

Pour être interprétable ce champ électrique doit conserver sa symétrie bilatérale, ce qui implique que le corps de l'animal ne subisse pas de déformations au cours de la nage.

La locomotion est alors assurée par l'ondulation d'une nageoire impaire : dans certains cas il s'agit de la nageoire dorsale (Gymnarchus), dans d'autres cas de la nageoire anale (Electrophorus, Apteronotus...). Il s'agit d'un phénomène de convergence de forme.

AQUARIUM TROPICAL DE LA PORTE DORÉE

293, avenue DAUMESNIL 75012 PARIS - métro : Porte Dorée

Tél. : 01 44 74 85 22 / 01 44 74 84 80 - Fax : 01 43 43 27 53

aquarium.mao@culture.fr

ouvert tous les jours sauf le mardi de 10 heures à 17 heures 15