

L'AUTEUR



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

LA PIEUVRE, UN ÉDITEUR HORS PAIR

Non contente d'être dotée d'un génome proche en taille à celui d'un humain, la pieuvre, contrairement aux vertébrés, en réécrit de nombreuses séquences et ce de manière héréditaire. Cette étonnante stratégie éditoriale aurait favorisé la complexification de son cerveau.

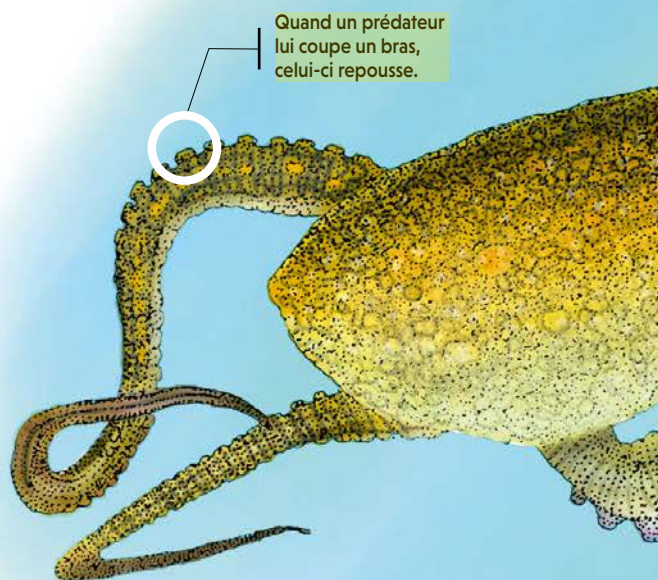
Les pieuvres sont connues pour avoir un comportement élaboré. Elles se laissent apprivoiser et savent résoudre des problèmes compliqués, comme dévisser le couvercle d'un récipient contenant un crabe... ou, à l'instar de Paul le poulpe, prédire les résultats des matchs de l'équipe d'Allemagne de football ! Le célèbre céphalopode ouvrait sans difficulté une boîte transparente contenant une friandise. Lors de la coupe du monde de football de 2010, il s'acquitta ainsi consciencieusement de la tâche avant chaque match, optant avec bonheur tantôt pour la boîte portant le drapeau allemand, tantôt pour celle de son adversaire.

De fait, les pieuvres sont, avec les autres céphalopodes coléoides – les calmars et les seiches – les mollusques dotés du plus gros cerveau : une pieuvre compte environ 520 millions de neurones, soit plus qu'une souris (100 à 200 millions de neurones). Or, ces dernières années, plusieurs

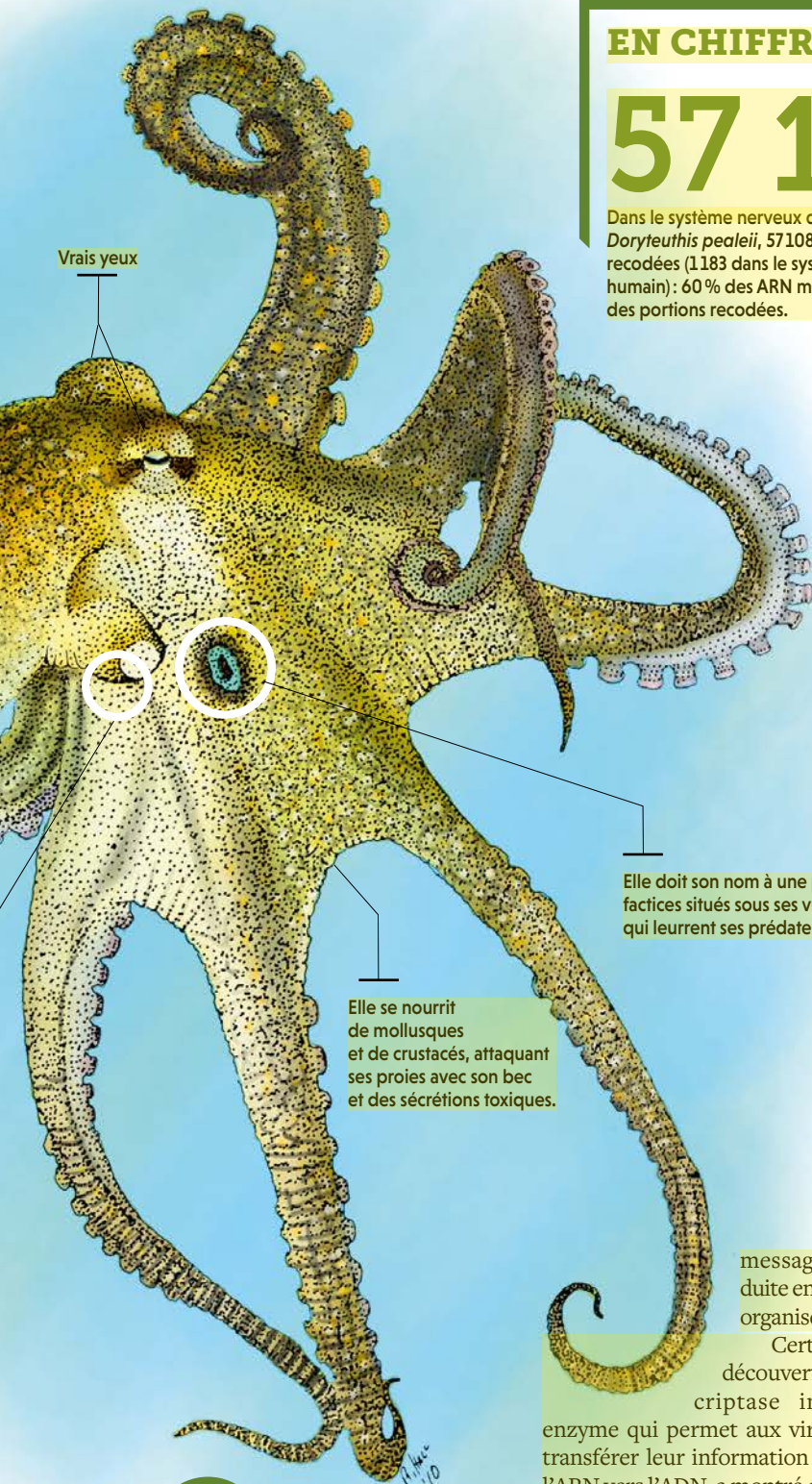
études ont révélé une autre capacité étonnante de ces animaux : leur génome n'est pas traduit exactement comme on s'y attendrait, ce qui entraîne une dynamique évolutive originale de celui-ci... laquelle expliquerait la taille de leur cerveau.

DES SUBSTITUTIONS DANS L'ARN

On pensait que chez les coléoides, comme chez la plupart des organismes, la traduction des gènes en protéines suivait principalement le « dogme fondamental de la biologie moléculaire », énoncé en 1958 par Francis Crick. Avec James Watson, Maurice Wilkins et Rosalind Franklin, le biologiste britannique avait découvert quelques années auparavant la structure en double hélice de l'ADN, et ce dogme résumait les connaissances acquises depuis sur cette longue molécule observée dans les cellules : l'information génétique est conservée sur l'ADN, qui en est le support stable, est transcrite en molécules d'ARN



Elle se propulse dans l'eau grâce à son siphon et se déplace au sol à l'aide de ses bras.



EN CHIFFRES

57 108

Dans le système nerveux du calmar totam *Doryteuthis pealeii*, 57 108 séquences sont recodées (1 183 dans le système nerveux humain) : 60 % des ARN messagers présentent des portions recodées.

530 millions

Les céphalopodes sont apparus il y a 530 millions d'années, lors de l'explosion de la vie pluricellulaire du Cambrien. Les coléoides et les nautilus ont divergé il y a entre 350 et 480 millions d'années, puis les octopodes (pieuvres) et les décapodes (seiches, calmars) il y a entre 250 et 350 millions d'années.

520 millions

La pieuvre a environ 520 millions de neurones, dont 40 millions dans le système nerveux central, 130 millions dans les lobes oculaires et 350 millions dans le système nerveux périphérique.

L'ADN et l'ARN sont constitués d'une succession de petites unités, les nucléotides, chacune caractérisée par une des quatre bases qui forment leur alphabet (A, T, G, C pour l'ADN et A, U, G, C pour l'ARN). Habituellement, la transcription de l'ADN en ARN messager suit une règle bien précise : par exemple, la base G de l'ADN est transcrite en C dans l'ARN messager, et la base T en A. Mais il arrive qu'après cette transcription, des modifications surviennent : la base C peut être transformée en U et *vice versa*, et la base A en une autre molécule, l'inosine. Or, dans la suite du processus de traduction d'un gène en protéine, l'inosine est reconnue comme une base G, ce qui modifie parfois la protéine produite. En d'autres termes, les modifications post-transcriptionnelles « éditent » (modifient) l'ARN messager et, dans une moindre mesure, les protéines elles-mêmes...

LE CAS DE LA PIEUVRE À DEUX POINTS

Quelle est la proportion de ces modifications ? Pour le savoir, plusieurs équipes ont comparé, chez divers organismes, les séquences génomiques (l'ADN) et transcriptomiques (l'ARN). C'est ainsi qu'en 2015, les équipes de Daniel Rokhsar, de l'université de Californie à Berkeley, et de Clifton Ragsdale, de l'université de Chicago, ont montré que, chez la pieuvre à deux points de Californie (*Octopus bimaculoides*), des dizaines de milliers de séquences codant des protéines sont éditées – bien plus que chez les autres organismes étudiés à la même époque, comme l'humain ou la mouche drosophile (quelques milliers).

messenger, puis traduite en protéines qui organisent la cellule. Certes, en 1970, la découverte de la transcriptase inverse, une enzyme qui permet aux virus à ARN de transférer leur information génétique de l'ARN vers l'ADN, a montré que les choses n'étaient pas toujours aussi simples. Pourtant, à quelques exceptions près, le dogme paraissait s'appliquer de manière générale. Mais une quinzaine d'années plus tard, d'autres étrangetés sont apparues : on a mis en évidence des modifications dites post-transcriptionnelles, car elles touchent les ARN messagers, les intermédiaires de la traduction des gènes en protéines.



Pieuvre à deux points de Californie (*Octopus bimaculoides*)

Taille maximale : 20 cm (manteau)
Durée de vie : 2 ans