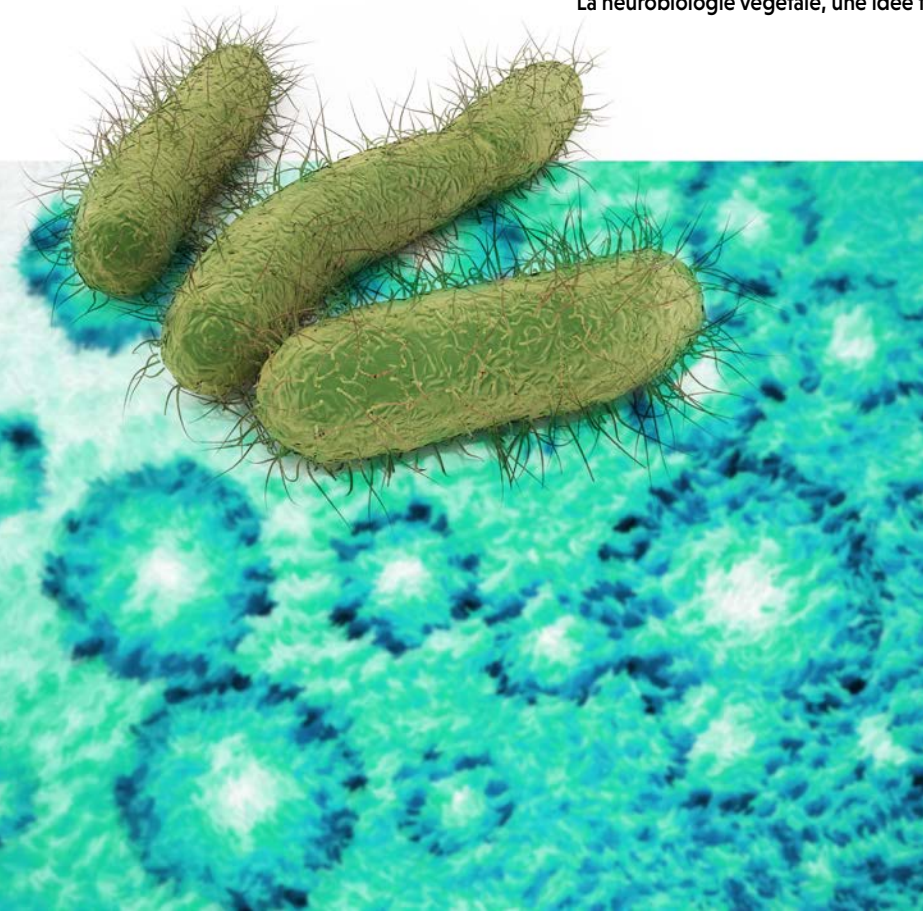




La bactérie *Escherichia coli* (en haut) perçoit son environnement via des dépolarisations membranaires. Dans les biofilms en croissance (ci-dessus), les bactéries communiquent par des signaux électriques. Peut-on en déduire que les bactéries ont inventé les mécanismes de communication à l'œuvre dans les neurones ?

BIBLIOGRAPHIE

G. BRUNI ET AL., Voltage-gated calcium flux mediates *Escherichia coli* mechanosensation, *PNAS*, prépublication en ligne, 2017.

J. HUMPHRIES ET AL., Species-independent attraction to biofilms through electrical signaling, *Cell*, vol. 168, pp. 200-209, 2017.

M. GAGLIANO ET AL., Experience teaches plants to learn faster and forget slower in environments where it matters, *Oecologia*, vol. 175, pp. 63-72, 2014.

F. BOUTEAU ET AL., Could FaRP-Like Peptides Participate in Regulation of Hyperosmotic Stress Responses in Plants?, *Front. Endocrinol.*, vol. 5, p. 132, 2014.

E. D. BRENNER ET AL., Response to Alpi et al.: plant neurobiology: the gain is more than the name, *Trends Plant Sci.*, vol. 12(7), pp. 285-286, 2007.

la sélection naturelle appliquée aux micro-organismes procaryotes (sans noyau) soumis à des environnements extérieurs changeants a pu façonner divers mécanismes leur permettant de percevoir et de répondre aux conditions locales de milieux. Récemment, Giancarlo Bruni, de l'université du Colorado, à Boulder, aux États-Unis, a montré que la bactérie *Escherichia coli* peut percevoir des changements de son environnement par des modifications de la tension membranaire induisant une dépolarisation et un influx de calcium, un phénomène ressemblant aux potentiels d'action enregistrés chez les métazoaires.

Ces données plaident pour la persistance chez un organisme procaryote actuel de modalités de signalisations impliquant des variations électriques et calciques ayant existé chez les organismes les plus anciens. Quelles pouvaient être les fonctions archaïques de ces signalisations ?

Dans la nature, les biofilms sont la forme la plus courante de croissance bactérienne : dans ces communautés, des micro-organismes (bactéries, champignons, algues ou protozoaires) restent solidaires au sein d'une matrice protectrice qui adhère à une surface. Or Jacqueline Humphries et ses collègues de l'université de Californie, à San Diego, ont

détecté des potentiels d'action pendant la phase de croissance d'un biofilm bactérien. À l'inverse, ils sont absents lorsque le biofilm se stabilise ou chez les espèces ne formant pas de biofilm. Les bactéries des biofilms semblent ainsi coordonner leur croissance grâce à une signalisation électrique ! Ce moyen de communication peut s'étendre au-delà du biofilm, entraînant des interactions interspécies à longue distance, par exemple pour attirer des bactéries éloignées.

SIGNALISATION ÉLECTRIQUE CHEZ LES BACTÉRIES

Les mécanismes de ces échanges se dévoilent peu à peu. Ainsi, des homologues putatifs de plusieurs protéines médiatrices de la neurotransmission synaptique cérébrale ont été identifiés chez des bactéries. Ces données suggèrent très fortement que la signalisation électrique longue distance, loin d'être l'apanage des neurones, serait un mécanisme de communication intercellulaire apparu très précocement au cours de l'évolution du vivant. Il aurait été recruté bien plus tardivement par les neurones des animaux, et aussi par les plantes.

L'engouement actuel autour de l'idée de neurobiologie végétale conduit à la réémergence d'une idée ancienne. Au début du ^{xx}e siècle, le physicien et botaniste indien Jagadis Chandra Bose mit en évidence l'omniprésence de la signalisation électrique entre cellules végétales pour coordonner leurs réponses à l'environnement. Il en conclut que les plantes ont un système électromécanique, un système nerveux, une forme d'intelligence et sont capables de se souvenir et d'apprendre. De telles idées n'ont pas été bien reçues en leur temps.

Un siècle plus tard, la biologie contemporaine adopte encore trop souvent un paradigme aristotélien du monde selon lequel les plantes diffèrent profondément des animaux en raison de leur caractère insensible et de leur manque d'aptitude à interagir avec leur environnement. Pourtant, le concept de neurobiologie végétale, au-delà de la discussion sur la terminologie utilisée, nous oblige à reconsidérer l'origine évolutive des neuromolécules et des neurosystèmes.

S'autoriser à envisager l'existence d'homologies profondes entre les deux règnes nous conduit à voir dans les spécialisations récentes du système nerveux animal l'avatar de processus anciens et fondamentaux de la communication et de la survie cellulaire. L'adoption d'une telle hypothèse s'apparente à une révolution copernicienne, comme lorsque l'on passa de la vision d'un monde géocentré à l'héliocentrisme... La communauté scientifique est-elle prête ? ■

DES ANIMAUX COMME LES AUTRES ?

Des plantes aux animaux, et vice versa





La distinction entre un animal et un végétal n'est pas aussi nette qu'on le croit. Sur beaucoup d'aspects, ils sont les extrêmes d'une continuité que révèlent l'évolution et... le microscope.

L

ors de son voyage sur le *Beagle* entre 1861 et 1836, Charles Darwin observa les récifs coralliens. Il y constatait un paradoxe qui porte son nom: les ressources manquent dans les eaux très claires où vivent les coraux, et pourtant, ils forment profusion de biomasse et sont parfois aussi productifs qu'une forêt tropicale! Comment les coraux prospèrent-ils là? En se comportant presque comme des végétaux! Ils posent ainsi la grande question de la limite entre végétaux et animaux.

Existe-t-il une frontière entre ces deux règnes que l'on oppose si souvent? Non, ou alors elle est floue. De fait, l'étude de ce qui les distingue et de leur apparition dans l'évolution révèle qu'animaux et végétaux ne sont que... les extrêmes d'un continuum! Mais avant de le montrer, commençons par résoudre le paradoxe de Darwin.

Les coraux, comme les anémones de mer, sont des cnidaires: ils forment par bourgeonnements successifs de grosses colonies associant des petits modules dotés d'une bouche et d'une couronne de tentacules. La colonie s'entoure d'une gaine calcaire protectrice qui forme les récifs coralliens. Leur corps est fait de deux couches de cellules dont la plus interne, qui borde la cavité digestive, est piquetée de myriades de petits points dorés. Ce sont des algues!

Ces algues photosynthétiques unicellulaires, du groupe des Dinophytes, représentent environ un tiers de la masse vivante des coraux. Du reste, nul besoin d'aller dans les eaux limpides des tropiques pour les observer: beaucoup d'anémones de nos côtes, proches parentes des coraux, telle

Le corail, animal ou végétal?
Les deux en même temps?

© Loïc Mangin