



# Eccles monta une expérience qui lui donna tort, puis attendit le bon moment pour annoncer ses résultats



travail, ne peut manquer une telle occasion de se mettre en valeur. Il requiert l'aide de deux collègues: Jack Coombs, chargé de construire un nouvel appareil de stimulation ainsi qu'une unité électronique d'enregistrement, et Lawrence Brock, qui fabriquera des électrodes ultrafines en étirant des tubes de verre sous une loupe binoculaire avant de remplir les micro-électrodes d'une solution de chlorure de potassium concentrée, jusqu'à la pointe. Un travail de fourmi, pour un enjeu colossal.

## UN ACCOUCHEMENT DIFFICILE

L'expérience décisive a lieu le 20 août 1951. L'équipe est affairée autour d'un chat anesthésié. Eccles est sur le point de faire des essais pour introduire une microélectrode dans un motoneurone du chat. Ce neurone présente des synapses formées avec d'autres neurones – excitateurs ou inhibiteurs – de la moelle épinière de l'animal. L'expérience consiste à mesurer les potentiels électriques qui apparaissent dans le neurone quand les neurones inhibiteurs reliés par des synapses sont activés au moyen d'une autre électrode de stimulation. Et de ce résultat dépend le verdict final de l'expérience.

En effet, rappelons les deux hypothèses qui s'affrontent. D'un côté, la théorie électrique prédit que la synapse est purement électrique et que, par conséquent, l'inhibition se manifeste par l'annulation du potentiel électrique du neurone enregistré au niveau des synapses. À cette vision s'oppose l'hypothèse chimique, selon laquelle le potentiel électrique du second neurone pourrait basculer dans les valeurs négatives car des messagers chimiques provoqueraient l'ouverture de petits pores dans le neurone (des canaux ioniques), ce qui se traduirait par une entrée d'ions chlorure dans le neurone et une accumulation de charges électriques négatives. Le dispositif expérimental est prêt. Qu'est-ce qui peut encore l'arrêter?

Eh bien... La femme de Coombs est sur le point d'accoucher.

La nouvelle provient du domicile du chercheur lui-même. Abandonnant leurs instruments, Coombs et Eccles se précipitent dans leur voiture, pendant que Brock veille sur le chat. Après l'accouchement, la mère et l'enfant sont laissés aux soins d'un médecin, et les essais peuvent enfin commencer.

## LA VÉRITÉ PAR LA CONTRADICTION

Rapidement, Eccles et ses collègues obtiennent un enregistrement exploitable. Sous leurs yeux, la trace de potentiel du neurone enregistré subit une inflexion vers le bas. C'est ce qu'on appelle une hyperpolarisation, qui signifie que le potentiel électrique a basculé dans le négatif, récusant la théorie du tout-électrique. La conclusion est sans appel. Eccles comprend qu'il vient de réfuter lui-même la théorie qu'il a défendue pendant vingt ans.

Son premier réflexe est de cacher les résultats. Il imagine même de prendre des photographies de ses enregistrements à l'envers. Pourquoi? Eh bien, McIntyre est à côté de lui, et celui-ci est toujours en lien avec ses concurrents américains. Ce serait une catastrophe s'il allait tout révéler. Eccles est conscient du caractère révolutionnaire de sa découverte et de sa valeur pour un prix Nobel! Toujours capable de changer d'avis rapidement, dès lors qu'il devient convaincu par les arguments adverses, il a pris son parti: il va admettre la vérité et être le premier à la révéler.

Reste à trouver le bon moyen de la mettre en scène. L'occasion se présente quand le président du Magdalen College d'Oxford invite Eccles à venir donner une série de huit conférences. Puis il fait son coup de théâtre au milieu de la réunion de la Physiological Society de Londres. Il explique que, suivant la philosophie de son éminent ami, Karl Popper, il a cherché à réfuter sa propre théorie et que, contre toute attente, il y est parvenu. Quelques mois plus tard, la prestigieuse réunion du Cold Spring Harbor Laboratory, aux États-Unis, a lieu sur le thème du neurone. Eccles y expose ses résultats organisés sous forme d'un modèle qui reprend celui de ses collègues britanniques, Alan Hodgkin et Andrew Huxley.

L'ancien rival d'Eccles, Henry Dale, qui avait depuis le début défendu la théorie chimique de la synapse, comparera alors en 1954 ce revirement à la conversion de saint Paul sur le chemin de Damas. À l'instar de ce dernier, Eccles, après avoir «persécuté» les tenants de la neurotransmission chimique, est devenu leur plus ardent défenseur. Seule différence: la lumière de la conversion n'est pas venue du Christ, mais du souci d'invalider ses propres convictions pour s'acheminer vers la vérité. ■

## BIBLIOGRAPHIE

J.-G. Barbara, **La Naissance du neurone**, Vrin, pp. 120-131, 2010.

J.-G. Barbara, **Le Paradigme neuronal**, Hermann, 2010.

J. Scott, **Sir John Carew Eccles [...]**, *Proc. Am. Phil. Soc.*, vol. 150(4), pp. 673-678, 2006.

P. Andersen, **The view from inside**, *Brain Research Bulletin*, vol. 50(5/6), pp. 305-306, 1999.

# R

## ENDEZ-VOUS

P.80 Logique et calcul  
P.86 Art & science  
P.88 Idées de physique  
P.92 Chroniques de l'évolution  
P.96 Science & gastronomie  
P.98 À picorer

# LES INTRIGANTS CHEMINS DE LA FOURMI DE LANGTON

Elle va et vient et occupe petit à petit une zone infinie du plan: la fourmi automatique de Langton décrit des trajectoires dont la complexité ne livre que lentement ses secrets.

## L'AUTEUR



**JEAN-PAUL DELAHAYE**  
professeur émérite  
à l'université de Lille  
et chercheur au  
laboratoire Cristal  
(Centre de recherche  
en informatique, signal  
et automatique de Lille)



Jean-Paul Delahaye a notamment publié : **Les mathématiciens se plient au jeu**, une sélection de ses chroniques parues dans *Pour la Science* (Belin, 2017).

Une compétition permanente se déroule entre chercheurs en mathématiques et en informatique: il s'agit de trouver des systèmes de règles aussi simples que possible engendrant de la complexité et de l'imprévisible. D'étonnantes découvertes sont régulièrement proposées et il faut souvent des années pour comprendre ces situations définies par quelques mots!

La «fourmi de Langton» est l'un de ces systèmes mystérieux. On l'étudie depuis plus de trente ans. D'année en année, on comprend mieux la complexité qu'elle engendre à partir de presque rien, mais la conjecture la plus simple la concernant reste non résolue.

Cet objet a été défini en 1986 par Christopher Langton, qui était alors chercheur en informatique à l'université du Michigan à Ann Arbor. Il s'intéressait à ce qui, en informatique, peut simuler la vie et il participa à la création du domaine de recherche dénommé «vie artificielle». Voici la définition de sa fourmi:

«Sur un plan recouvert d'un quadrillage de cases blanches ou noires se déplace une flèche, la fourmi, qui prend l'orientation nord, sud, ouest, ou est. Si elle est sur une case blanche, elle tourne de 90° vers la droite, si elle est sur une case noire elle tourne de 90° vers la gauche. Ensuite, elle change la couleur de la case et avance d'une case dans la direction qu'elle indique, puis recommence. »

L'encadré 1 montre ce que donne cette règle sur un plan composé de cases blanches. Elle emprunte un trajet tortueux en laissant temporairement derrière elle des traces de son passage (puisqu'elle change la couleur des cases par où elle passe). Elle repasse souvent là où

elle est déjà passée, et donc son comportement dépend en partie de son propre passé.

Son trajet est doublement surprenant. Aux étapes 97, 185 et 369, le dessin des cases présente un centre de symétrie. Pourquoi? On ne sait pas l'expliquer clairement. Voyant cela, on aurait pu s'attendre à ce que, régulièrement, une configuration symétrique réapparaisse. Ce n'est pas le cas, et après l'étape 400 une confusion totale semble s'emparer des mouvements de la fourmi: celle-ci dessine sur le plan un motif d'apparence aléatoire de plus en plus grand. Cette phase désordonnée se prolonge environ sur 10 000 étapes. Puis soudain, et c'est la seconde surprise, elle adopte un comportement répétitif décrivant un parcours complexe enroulé sur lui-même et se décalant d'une case en diagonale toutes les 104 étapes. Elle part à l'infini en laissant une trace assez large derrière elle, trace dénommée «l'autoroute». La suite est alors prévisible: du désordre est né, sans raison apparente, une structure ordonnée qui croît indéfiniment et régulièrement.

Vous pouvez mener vos propres expériences avec des logiciels disponibles sur Internet (*voir la bibliographie*). Vous remarquerez alors que, même si le plan comporte au départ des cases noires en nombre fini, et même s'il y en a beaucoup, alors, sans exception, la fourmi se met au bout d'un certain temps à construire une autoroute ayant la même forme que celle obtenue à partir du plan entièrement blanc. Seule la direction diagonale de l'autoroute change; elle peut être NO, NE, SE ou SO. J'ai essayé un très grand nombre de configurations de départ et d'autres en ont essayé encore plus: il ne se produit jamais autre chose que l'apparition de l'autoroute.

&gt;