

cette idée dans le nouveau laboratoire que nous avons créé à l'université norvégienne des sciences et technologies, à Trondheim. Cette recherche nous a finalement conduits à une découverte majeure.

En collaboration avec Menno Witter et quelques étudiants astucieux, nous avons commencé par utiliser des microélectrodes pour suivre l'activité de cellules de lieu dans l'hippocampe de rats, après avoir perturbé une partie d'un circuit neuronal hippocampique, connu pour leur fournir des informations. Nous nous attendions à ce que cela confirme que ce circuit était important pour le bon fonctionnement des cellules de lieu. À notre grande surprise, les neurones terminaux de ce circuit, situés dans la région CA1, continuaient à décharger lorsque les animaux arrivaient en des endroits précis.

La conclusion inéluctable était que les cellules de lieu ne dépendaient pas de ce circuit hippocampique interne pour déterminer les positions d'un animal. Nous avons alors porté notre attention sur la seule voie neurale qui avait été épargnée par notre intervention : les connexions directes entre la région CA1 et le cortex entorhinal, une région contiguë qui sert d'interface avec le reste du cortex.

Des neurones actifs aux nœuds d'un réseau

En 2002, nous avons inséré des microélectrodes dans le cortex entorhinal, toujours en collaboration avec Menno Witter, et nous avons procédé à l'enregistrement lorsque les animaux effectuaient des tâches similaires à celles que nous avons utilisées lors de nos études des cellules de lieu. Nous avons placé des électrodes dans une région du cortex entorhinal présentant des connexions directes avec les parties de l'hippocampe où des cellules de lieu avaient été enregistrées dans presque toutes les études antérieures aux nôtres.

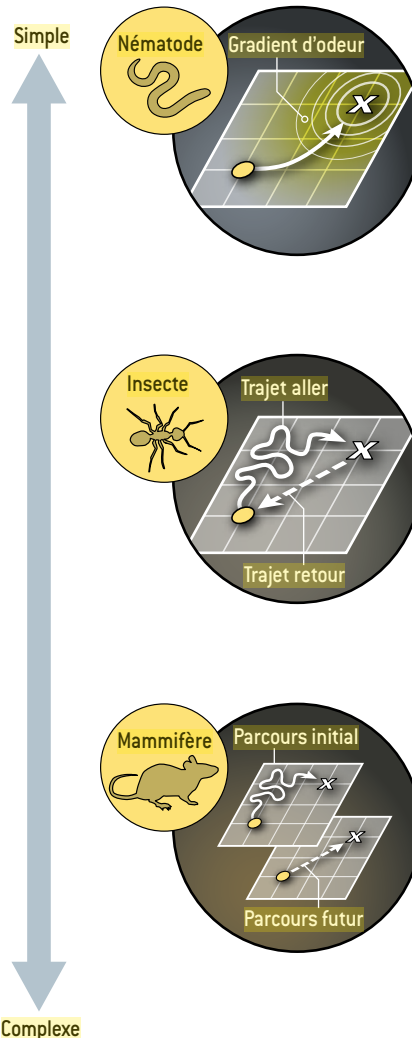
Nous avons constaté que de nombreuses cellules du cortex entorhinal déchargeaient lorsqu'un animal se trouvait en un endroit particulier de l'enceinte, comme c'est le cas pour les cellules de lieu dans l'hippocampe. Toutefois, contrairement à une cellule de lieu, une cellule individuelle du cortex entorhinal déchargeait non seulement en un endroit visité par un rongeur, mais en de nombreux endroits.

La propriété la plus frappante de ces cellules était cependant la manière dont

COMMENT LES ANIMAUX S'ORIENTENT

Pour survivre, un animal, quelle que soit l'espèce à laquelle il appartient, doit être capable de tenir compte du milieu environnant et de déterminer, ne serait-ce que grossièrement, à quel endroit il se trouve et où il doit aller.

L'évolution a fait apparaître chez certaines espèces des systèmes dits d'intégration du trajet, qui permettent à l'animal d'effectuer cette tâche sans avoir besoin de localiser l'endroit où il se trouve par rapport à des repères externes. Les mammifères ont trouvé une solution encore plus élaborée, qui met en jeu des cartes mentales internalisées.



En suivant une odeur

Le petit ver nématode *Caenorhabditis elegans* présente peut-être le système de navigation animal le plus rudimentaire. Son monde est organisé en fonction des odeurs. Équipé de seulement 302 neurones, ce ver avance droit devant lui vers une source de nourriture en suivant une odeur dont l'intensité augmente.

Un GPS interne

L'évolution a même équipé certains insectes de capacités de navigation élaborées. Ils peuvent déterminer de façon interne leur vitesse et la direction par rapport à un point de départ. Cela leur permet de trouver un itinéraire plus efficace, par exemple un retour en ligne droite au lieu des zigzags effectués à l'aller.

Des cartes mentales

Les mammifères ont acquis au fil de l'évolution des capacités d'orientation encore plus complexes. Leur système de localisation fait intervenir la décharge de neurones cérébraux par séquences reflétant les trajectoires suivies. Ces neurones élaborent ainsi des cartes mentales du monde physique. Les animaux mémorisent des trajets et utilisent ces souvenirs pour planifier leurs déplacements.

elles déchargeaient. Leur profil d'activité n'est devenu évident à nos yeux qu'en 2005, lorsque nous avons agrandi l'enceinte de l'expérience. Nous avons alors trouvé que les divers endroits où une cellule entorhinal déchargeait formaient les nœuds d'un réseau d'hexagones (plus précisément, un réseau triangulaire dessinant des hexagones). Autrement dit, lorsque l'animal passait par l'un des points du réseau, la

cellule, que nous avons nommée cellule de grille, déchargeait.

Les hexagones, qui recouvraient la totalité de l'enceinte, constituaient les unités individuelles d'un réseau ou d'une grille, un peu comme le réseau de carrés formé par les lignes de coordonnées sur une carte routière. Le profil de décharge suggérait que les cellules de grille, à la différence des cellules de lieu, fournissent