

L'invention du GPS (*Global Positioning System*, c'est-à-dire « système de localisation global ») a entièrement transformé notre capacité à conduire une voiture, à piloter un avion ou même à parcourir à pied les rues de la ville. Mais comment naviguions-nous avant d'avoir un appareil GPS ? De récents travaux ont montré que le cerveau des mammifères est doté d'un système de navigation incroyablement élaboré, qui nous guide d'un endroit à un autre.

Comme le GPS de nos téléphones et de nos voitures, notre cerveau évalue où nous sommes et où nous allons en intégrant des signaux multiples concernant notre position et le temps qui s'écoule. Normalement, le cerveau effectue ces calculs avec un minimum d'effort, de sorte que nous en avons à peine conscience. C'est seulement lorsque nous sommes perdus ou lorsque notre aptitude à naviguer est dégradée par une lésion ou une maladie neurodégénérative que nous prenons conscience de l'importance de ce système de cartographie et de navigation pour notre existence.

La capacité de savoir où nous sommes et où nous devons aller est essentielle à notre survie. Sans elle, nous-mêmes, comme tous les autres animaux, serions incapables de trouver de la nourriture et de nous reproduire.

Le caractère perfectionné du système utilisé par les mammifères ressort lorsqu'on le compare à celui d'autres animaux. Le petit ver nématode *Caenorhabditis elegans*, muni de seulement 302 neurones, navigue presque exclusivement en réaction à des signaux olfactifs, en suivant une concentration d'odeur croissante ou décroissante spatialement (un gradient d'odeur).

Les animaux dotés de systèmes nerveux plus élaborés, telles les fourmis du désert ou les abeilles domestiques, trouvent leur chemin à l'aide de stratégies supplémentaires. L'une de ces dernières s'appelle l'intégration du trajet. C'est un mécanisme similaire à celui du GPS, au cours duquel les neurones déterminent la position sur la base d'un suivi continu de la direction et de la vitesse du déplacement de l'animal par rapport à un point de départ. Cette tâche est effectuée sans référence à des indices externes, tels que des points de repère physiques.

Chez les vertébrés, et en particulier chez les mammifères, le répertoire des comportements qui permettent à un animal

de se repérer dans son environnement est encore plus étendu.

Plus que toute autre classe d'animaux, les mammifères s'appuient sur leur capacité à former des cartes neurales de leur environnement. Il s'agit de profils d'activité électrique dans le cerveau, où des groupes de cellules nerveuses s'activent de façon à refléter l'agencement du milieu environnant et la position qu'y occupe l'animal. On présume que la formation de ces cartes mentales a lieu principalement dans le cortex, cet ensemble de couches supérieures du cerveau qui forment des replis sinueux et qui sont apparues très tardivement dans l'évolution.

Au cours des dernières décennies, les scientifiques ont acquis une connaissance approfondie de la façon dont le cerveau forme ces cartes et les révisé quand l'animal se déplace. Les récents travaux, menés principalement chez des rongeurs, ont révélé que les systèmes de navigation sont constitués de plusieurs types de cellules spécialisées, qui calculent en permanence la position de l'animal, la distance qu'il a parcourue, la direction dans laquelle il avance et sa vitesse. L'ensemble de ces différentes cellules élabore ainsi une carte dynamique de l'espace local, qui non seulement fonctionne au présent, mais peut également être mémorisée pour une utilisation ultérieure.

## L'ESSENTIEL

■ **Savoir se localiser et s'orienter est une capacité essentielle à la survie d'un animal.**

■ **Plusieurs réseaux de cellules profondément enfouis dans le cerveau se conjuguent pour établir une carte mentale de l'environnement, constituant ainsi un système de localisation.**

■ **Les régions cérébrales intervenant dans l'orientation sont aussi intimement liées à la création de souvenirs.**

■ **Chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer, ces réseaux d'orientation sont souvent touchés.**

## Les neurosciences de l'espace

L'étude des cartes spatiales du cerveau a commencé avec Edward Tolman, un professeur de psychologie de l'université de Californie à Berkeley, de 1918 à 1954. Auparavant, des expériences de laboratoire sur le rat semblaient indiquer que les animaux trouvent leur chemin en répondant à des stimuli successifs le long de leur trajet et en les mémorisant. En apprenant à parcourir un labyrinthe, par exemple, ils étaient supposés se souvenir des séquences de virages qu'ils avaient effectués entre le point de départ du labyrinthe et son arrivée. Cependant, on n'envisageait pas que les animaux puissent se faire une image globale de la totalité du labyrinthe pour être à même de prévoir le meilleur chemin.

Tolman a radicalement rompu avec les idées prévalant alors. Il a observé des rats prenant des raccourcis ou faisant des détours, des comportements qui seraient