

Neurobiologie

Des neurones de vitesse complètent le GPS cérébral

Dans la lignée de ses travaux sur la représentation mentale de l'espace, l'équipe des prix Nobel May-Britt et Edvard Moser a découvert des neurones qui traduisent la vitesse de déplacement.



Des neurones situés dans le cortex entorhinal (à droite, en bleu) s'allument d'autant plus vite que la vitesse de déplacement est grande.

15%

des neurones

du cortex entorhinal médian sont des « neurones de vitesse ».

Depuis les années 1970, plusieurs travaux ont révélé la façon dont nous dressons une carte mentale de l'environnement. Certains ont d'ailleurs été récompensés par le prix Nobel de médecine et de physiologie 2014, tels ceux des époux May-Britt et Edvard Moser, de l'Université norvégienne de sciences et technologie. L'équipe de ces deux chercheurs vient de découvrir chez les rats une nouvelle pièce du GPS cérébral : des neurones indiquant la vitesse de déplacement.

Notre système de navigation interne repose sur plusieurs régions de l'encéphale, parmi lesquelles le cortex entorhinal médian. Dans ce dernier, certains neurones traduisent la position de la tête, d'autres la présence éventuelle d'un « bord » (un mur, un précipice, etc.) et d'autres encore créent un maillage spatial virtuel : chacun de ces neurones, nommés cellules de grille, s'allume quand l'animal passe par, ou pense à, divers points de l'environnement, points qui dessinent une grille hexagonale.

Si la représentation mentale de l'espace commençait donc à être bien comprise, le signal de vitesse permettant une navigation dynamique au sein de cette représentation était plus obscur. Les chercheurs l'ont traqué dans le cortex entorhinal médian. Pour ce faire, ils ont mesuré l'activité de neurones individuels grâce à des microélectrodes implantées dans le cerveau des rats, pendant que ces derniers se déplaçaient. Au total, plusieurs milliers de neurones ont été suivis à la loupe.

Les chercheurs ont trouvé qu'environ 15 % des neurones du cortex entorhinal médian sont des « neurones de vitesse » : ils émettent des impulsions à un rythme proportionnel à la vitesse de déplacement de l'animal (mesurée par ailleurs). En d'autres termes, leur fréquence d'allumage est d'autant plus haute que la vitesse est élevée, et ce quels que soient l'environnement et le sens du déplacement.

Comment des informations sur la vitesse parviennent-elles à ces neurones ? Apparemment pas

via des signaux visuels – tels que le défilement des objets –, car les neurones de vitesse s'activaient de la même façon dans le noir. Les chercheurs supposent donc que ces informations viennent en partie des signaux neuraux de type proprioceptif ou moteur, issus des muscles et des articulations.

Restait à déterminer comment la vitesse est intégrée au GPS cérébral. Par une analyse de l'activité des neurones de vitesse et des neurones de grille, les chercheurs ont montré que l'allumage des premiers influe sur celui des seconds. Mieux : plus la vitesse (et donc la fréquence d'activation des neurones de vitesse) est grande, plus les neurones de grille s'allument en avance sur le passage réel au point de la grille. Le signal de vitesse sert donc au cerveau à anticiper en permanence les positions atteintes l'instant d'après et ainsi à se représenter mentalement les déplacements dans l'espace.

G. J.

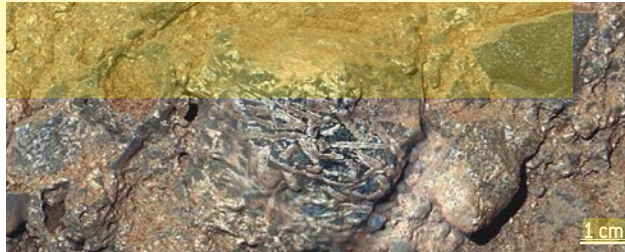
E. Kropff et al., *Nature*, en ligne le 15 juillet 2015

Géosciences

Curiosity : de la croûte continentale sur Mars

La géologie martienne serait bien plus proche de celle de la Terre qu'on ne le pensait. Dans la croûte terrestre, on distingue la croûte océanique, dense et constituée de basalte, et la croûte continentale, plus légère et granitique. Qu'en est-il sur Mars ? Les observations spectroscopiques orbitales et l'analyse de météorites en provenance de la planète rouge indiquaient une prédominance de basalte, formé lors de processus de fusion partielle du manteau martien. Toutefois, des observations en orbite suggéraient l'existence d'îlots de croûte continentale, mais seule une mesure *in situ* pouvait le confirmer. C'est ce qui vient d'être fait avec l'analyse de 22 échantillons de roche du cratère Gale par le robot *Curiosity*.

Le robot *Curiosity* explore la région nord du cratère Gale, daté de 3,61 milliards d'années et situé sur un terrain ancien. Ses parois forment une coupe géologique naturelle de 2 à 3 kilomètres d'épaisseur. Violaine



Les instruments du robot *Curiosity* ont révélé des cristaux de feldspaths (traces claires allongées) typiques des croûtes continentales.

Sautter, du Muséum national d'histoire naturelle à Paris, et ses collègues ont utilisé l'instrument *ChemCam* installé sur le mât de *Curiosity* pour analyser la nature des roches. Il s'agit d'un spectromètre utilisant un laser pour analyser la chimie des roches et d'un imageur à haute résolution permettant d'en apprécier la texture.

Les chercheurs ont ainsi découvert une variété de roches, de couleur claire, riches en feldspaths et contenant parfois du quartz, soit des compositions analogues aux roches granitiques de la croûte continentale terrestre.

Ces résultats suggèrent que, il y a 4,1 à 3,7 milliards d'années, une croûte basaltique préexistante aurait fondu en présence de fluides et engendré cette croûte continentale. Deux scénarios sont possibles : la croûte primitive dense s'est enfoncée dans la lithosphère et a partiellement fondu, ou bien un point chaud a fait fondre la croûte, comme c'est le cas en Islande. De plus amples observations seront nécessaires pour trancher entre ces pistes.

S. B.

V. Sautter et al., *Nature Geoscience*, en ligne le 13 juillet 2015

Des résultats de *Philae*

Le 12 novembre 2014, le robot *Philae* s'est posé sur la comète « Tchouri » dans le cadre de la mission *Rosetta*. Cependant, l'appareil a rebondi et s'est immobilisé dans une zone peu éclairée. Le robot a effectué des mesures, alimenté par ses batteries pendant deux jours. Ces premiers résultats donnent une vision inattendue de la comète. Le radar CONSERT a montré que la partie de la comète surnommée la « tête » est plus homogène qu'on ne le pensait et que sa porosité est d'environ 80 %. Les chercheurs ont identifié 16 molécules organiques avec l'analyseur chimique COSAC, dont 4 sont observées pour la première fois sur une comète, tel l'acétone. Ces composés, précurseurs et produits les uns des autres, créent une vision cohérente de la chimie dans ce milieu. Par ailleurs, ils sont aussi les précurseurs des sucres et des acides aminés, molécules essentielles à la vie. *Philae* a repris contact, par intermittence, avec *Rosetta* depuis juin 2015. D'autres mesures suivront peut-être.

Paléontologie

Un énigmatique fossile de serpent tétrapode

David Martill, de l'université de Portsmouth, a fait une trouvaille en Allemagne : un fossile de serpent à quatre pattes provenant du Brésil. Comme il était conservé depuis plusieurs décennies par un particulier, il s'agit sans doute d'un fossile détenu illégalement, le Brésil ayant interdit toute sortie de fossiles du pays depuis 1942...

La finesse du calcaire lithographique qui le contient et la couleur orange des os suggèrent qu'il pourrait provenir de la formation du Crato, au nord-est du Brésil, laquelle date de 126 à 113 millions d'années. Avec un collègue anglais et un collègue allemand,

David Martill a réussi à obtenir la pièce pour décrire cette nouvelle espèce. Les chercheurs l'ont nommée *Tetrapodophis amplexus*, c'est-à-dire « constricteur à quatre pattes ».

Ils ont constaté que toutes ses caractéristiques morphologiques, sauf une, font penser à un serpent. Ainsi, *Tetrapodophis* avait un museau court, une boîte crânienne allongée, un corps serpentiforme, des écailles, des dents acérées et une mâchoire extensible pour avaler des proies plus grosses que lui. De plus, le corps a 160 vertèbres, suivies de 112 vertèbres de la queue. Il s'agit là d'un caractère crucial,

puisque seuls les serpents ont plus de 150 vertèbres. Un autre argument fort est le fait que l'animal avait des écailles sur toute la largeur du ventre, trait qui n'est connu que chez les serpents. Quelle est alors l'unique raison militante contre l'idée que *Tetrapodophis* soit un serpent ? Ses quatre pattes !

S'il est bel et bien un serpent, *Tetrapodophis* est d'une grande signification paléontologique. En effet, sa queue n'est pas aplatie en forme de nageoire, mais conique : les serpents seraient donc d'origine terrestre, et non aquatique.

F. S.

Science, vol. 349, pp. 416-419, 2015



Un détail du fossile montrant les deux pattes postérieures de l'animal, situées peu avant la queue.