

COMMENT TROUVER SON CHEMIN ? DES CELLULES DE GRILLE DANS LE CERVEAU

May-Britt Moser*

Centre de biologie de la mémoire, Institut de recherche médico-technique, Université norvégienne des sciences et techniques, Trondheim, Norvège

JEUNES
EXAMINATEURS/
TRICES :



ORT
DAFNA
HIGH
SCHOOL
ISRAEL

ÂGE : 14–15

Naviguer dans l'environnement, se rendre d'un endroit à un autre, est l'une des compétences les plus fondamentales et vitales du règne animal, et les humains ne font pas exception. Pour réussir à naviguer, un animal doit créer une « carte cognitive » interne de son environnement extérieur. Cela est réalisé par un système spécialisé du cerveau, où plusieurs régions et différents types de cellules jouent chacun un rôle spécifique. Dans cet article, je décris quelques-uns des principaux composants de ce système interne de navigation, en me concentrant sur les cellules de grille, un groupe étonnant et surprenant de cellules nerveuses que nous avons découvertes, et qui créent un système de coordonnées dans le cerveau. Je terminerai par te livrer quelques recommandations générales, basées sur mon expérience personnelle.

La professeure May-Britt Moser a remporté le prix Nobel de physiologie ou de médecine en 2014 pour la découverte de cellules qui constituent un système de positionnement dans le cerveau.

Interview et co-écriture par Noa Segev, diplômée du programme Grand Technion Energy, Technion, Institut israélien de technologie, Haïfa, Israël.

Quand tu penses à la navigation, quelle est la première chose qui te vient à l'esprit ? Le fameux système GPS de ton téléphone portable ? Le voyage d'un sous-marin jusqu'à sa destination ? Ou peut-être une sortie de scouts, qui doivent retrouver, de nuit, leur chemin vers le camp ? Et si je te disais que ton cerveau a un système intégré de navigation, qui est capable de te localiser dans l'espace et de t'orienter pour t'amener là où tu veux aller ? Cette représentation mentale de l'environnement est souvent appelée « carte cognitive ». Alors que la navigation dans l'espace semble fluide et automatique, le système qui la permet est en fait assez complexe, composé de plusieurs régions du cerveau et de divers types de cellules. Cet article te guidera dans un labyrinthe d'énigmes sur la navigation, qui t'amènera finalement à découvrir un système très spécial de cellules nerveuses du cerveau appelé « **cellules de grille** », un système de positionnement que John O'Keefe, Edward Moser et moi avons découvert et pour lequel nous avons reçu un prix Nobel en 2014.

CELLULE DE GRILLE

Cellule nerveuse dans le cortex entorhinal qui crée une « carte de coordonnées » permettant la navigation et la métrique (jusqu'où et dans quelle direction) dans l'environnement.

ÉTAPE 1 : OÙ ES-TU EN CE MOMENT ?

Pour commencer à naviguer dans l'environnement, quelle est la première étape requise ? Tu l'auras deviné ! Tu dois connaître ta position actuelle. Peux-tu imaginer comment le cerveau s'y prend ? Je vais te donner un indice – c'est différent de la façon dont procède le GPS de ton téléphone portable. Comme tu le sais peut-être, le GPS utilise des signaux envoyés par au moins quatre satellites différents en orbite autour de la Terre. À l'aide de calculs mathématiques basés sur des principes physiques complexes, ces signaux satellites sont utilisés par ton téléphone pour déterminer ta position avec une grande précision.¹ Mais le cerveau reçoit-il des signaux d'une source extérieure pour déterminer ton emplacement ? Pas du tout. Alors, comment fait-il pour te positionner ? Essaie d'imaginer au moins deux solutions à cette énigme avant de passer au paragraphe suivant.

¹ Tu peux en apprendre plus sur le système de navigation GPS [ici](#).

CELLULE DE PLACE

Cellule nerveuse située dans l'hippocampe et indiquant à l'animal sa localisation dans l'espace. Elle s'active à un emplacement spécifique de l'environnement. Elle différencie deux environnements en étant active ou inactive à une position très différente selon l'environnement [1].

Il s'avère que, dans le cerveau, il y a des **cellules de place**, des cellules nerveuses qui identifient ton emplacement. En 1971, John O'Keefe et John Dostrovsky étudiaient l'activité électrique dans le cerveau des rats [2]. Lorsqu'ils ont examiné une région du cerveau appelée « hippocampe », ils ont constaté que lorsque l'animal se trouvait à un endroit spécifique de son environnement, certaines cellules nerveuses devenaient actives et commençaient à émettre des signaux électriques à un rythme élevé (**Figure 1**). Des cellules différentes s'activaient lorsque le rat était dans un autre endroit. En d'autres termes, si tu te tiens à un endroit particulier de ta chambre, il y a une cellule de place spécifique dans ton hippocampe qui est fortement active, et cette cellule t'indique où tu es. L'activité électrique des cellules

Figure 1

Les cellules de place dans l'hippocampe participent à la construction d'une carte interne de l'environnement. Les cellules de place se trouvent dans l'hippocampe des cerveaux de souris et d'humains (en jaune). Les lignes blanches montrent le parcours d'un rat dans une boîte. La région rouge indique l'emplacement du rat quand une cellule de place spécifique dans l'hippocampe (point noir sur l'hippocampe du rat) devient fortement active. Elle représente l'emplacement du rat dans l'espace. Les cellules associées à différents endroits sont actives lorsque le rat s'y trouve ; ensemble, elles construisent une carte cognitive intérieure de l'environnement (adapté de <https://bioculturevolution.net/2014/10/06/a-nobel-prize-for-understanding-proprioception/>).

CELLULE DE VITESSE

Cellule nerveuse dont l'activité « enregistre » la vitesse à laquelle l'animal se déplace en augmentant son activité lorsque l'animal se déplace plus rapidement. Située dans le cortex entorhinal, elle sert à calculer la distance parcourue.

de place est si précise que, si on enregistre simultanément l'activité d'une centaine d'entre elles pendant un certain temps, on pourra prédire l'emplacement d'un rat à moins de 5 cm ! C'est tout à fait extraordinaire, car ces cellules sont profondément enfouies dans le cerveau, loin des sens ; elles n'ont ni yeux ni oreilles, ni aucun autre organe sensoriel, alors comment obtiennent-elles leurs informations sur l'environnement ?

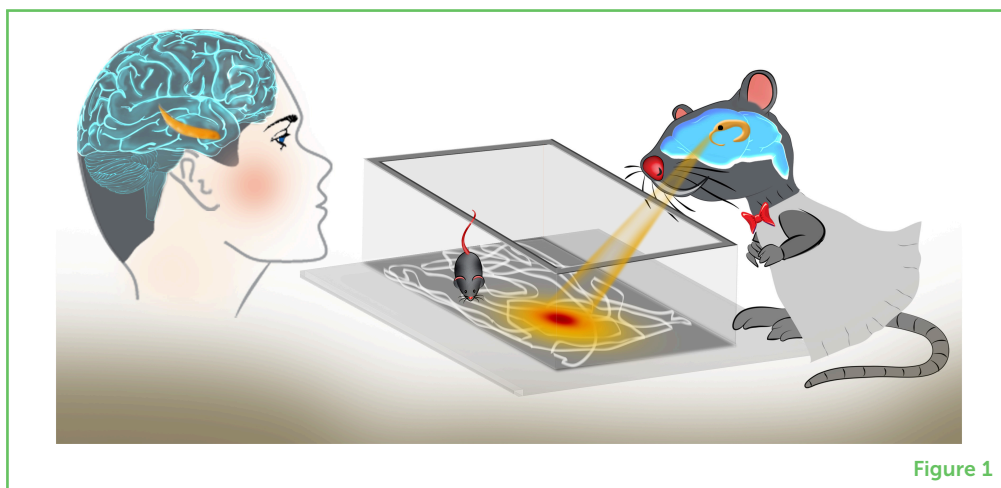


Figure 1

ÉTAPE 2 : JUSQU'OUÛ ES-TU ALLÉ ET OÙ ES-TU ARRIVÉ ?

Disons que tu as compris que lorsque tu te tiens à un endroit spécifique, tu actives une cellule de place spécifique. Imagine maintenant que tu as ensuite marché pendant un moment et déterminé ton nouvel emplacement, en utilisant une autre cellule de place. Mais comment connaître la distance entre ces deux endroits ? En d'autres termes, comment les relier entre eux ? Tout d'abord, essaye de penser à ce que tu dois savoir pour calculer la distance entre deux points. Si je te disais que je marche pendant 2 minutes, que me demanderais-tu pour savoir jusqu'ouÛ j'ai marché ? En fait, tu aurais besoin de connaître ma vitesse de marche. Le cerveau résout ce problème à l'aide de **cellules de vitesse** [3], qui indiquent ta vitesse de déplacement. Ces cellules ne se trouvent pas dans l'hippocampe, mais dans une région cérébrale profonde différente, le **cortex entorhinal**.

Connaissant mon point de départ, ma vitesse de marche et combien de temps j'ai marché, peux-tu dire où je suis maintenant, ou as-tu besoin d'informations supplémentaires ? Par exemple, si tu savais que le point de départ et le point de destination sont à 100 m l'un de l'autre, pourrais-tu dire où je me trouve sur un cercle autour de mon point de départ, qui a un rayon de 100 m ? (Figure 2). Il te manque encore une information : tu as besoin de connaître la direction. Pour ça, le cerveau possède également des **cellules de la direction de la tête**, qui se trouvent dans plusieurs zones [4]. Lorsque ces cellules

Figure 2

Pour naviguer correctement, tu dois connaître ta position de départ (**A**), ton point d'arrivée (**B**), ta direction de marche et ta vitesse. Si tu marches d'un point donné (en utilisant des cellules de place) pendant 2 minutes à une vitesse de 50 m par minute (en utilisant des cellules de vitesse), tu auras parcouru 100 m au total. Mais sans connaître la direction, tu pourrais te retrouver n'importe où dans un rayon de 100 m (lignes pointillées bleues) ! Pour identifier la direction (ligne pointillée rouge), tu as besoin de cellules de la direction de la tête.

CORTEX ENTORHINAL

Zone profonde du cerveau, près de l'hippocampe, légèrement sous le niveau de l'oreille. Partie importante du système de navigation (la « carte cognitive »), elle contient, entre autres, les cellules de grille, les cellules de direction de la tête et les cellules de vitesse.

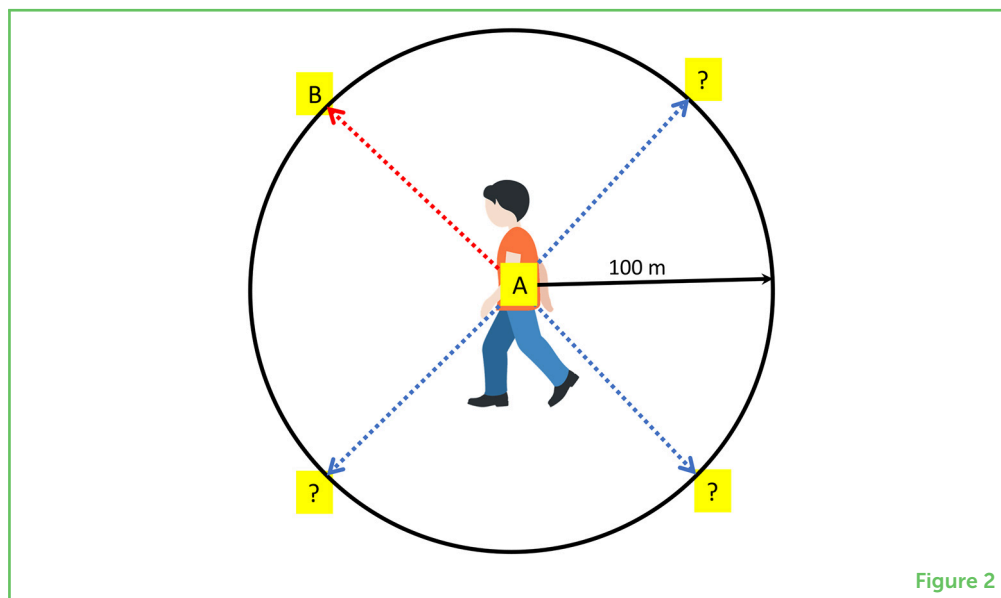


Figure 2

sont activées, elles informent l'animal de la direction dans laquelle il se déplace. En connaissant ton emplacement initial, ta vitesse et ton temps de marche, ainsi que ta direction de marche, tu peux connaître exactement ton point d'arrivée par rapport à ton point de départ (Figure 2).

ÉTAPE 3 : Y A-T-IL D'AUTRES MOYENS DE SAVOIR OÙ TU ES ET D'AUTRES PARCOURS À FAIRE ?

Voici une énigme difficile (mais enrichissante). Pour naviguer d'un point A à un point B, nous avons vu qu'il suffit de connaître le lieu de départ, la vitesse, la durée et la direction du mouvement. Cependant, à la surprise de nombreux chercheurs sur le cerveau, ce dernier utilise une astuce supplémentaire et étonnante pour résoudre le problème de la navigation. Je vais te donner un indice : elle est liée à un système de coordonnées sur une carte. Ce système cérébral est le système des cellules de grille.

Le système des cellules de grille est situé au milieu du cerveau, un peu en dessous du niveau de l'oreille, dans une zone cérébrale profonde – le cortex entorhinal (Figure 3, zone violette), qui se trouve près de l'hippocampe. Contrairement aux cellules de place de l'hippocampe, qui deviennent actives lorsque l'animal passe par un endroit spécifique, une cellule de grille devient active quand l'animal se trouve à différents endroits (Figure 3). Découverte surprenante : ces emplacements forment un motif géométrique symétrique et extrêmement précis, caractérisé par des triangles équilatéraux (dont tous les côtés ont la même longueur) reliant les centres des emplacements proches. Ces emplacements, appelés coordonnées, forment une grille hexagonale (polygone à six côtés). C'est pour ça que nous avons décidé de nommer les cellules de ce système « cellules de

² Regarde [cette vidéo](#).

Figure 3

Les cellules de grille dans le cortex entorhinal sont activées à plusieurs endroits, formant un système de coordonnées symétriques dans le cerveau. Les cellules de grille sont situées dans une région du cerveau appelée « cortex entorhinal » (violet). Les lignes blanches dans la boîte montrent le parcours d'un rat dans son environnement. La même cellule de grille devient électriquement active à plusieurs endroits le long du trajet (cercles violets). Les emplacements où la cellule de grille s'active sont disposés sur une grille hexagonale parfaitement symétrique.

³ Tu peux regarder ces modèles de cellules de grille qui se chevauchent et comment elles fournissent l'emplacement de l'animal dans [cette vidéo](#).

grille».² Il est important de souligner que les modèles de coordonnées des cellules de grille sont générés dans le cerveau, ils n'existent pas dans le monde extérieur.

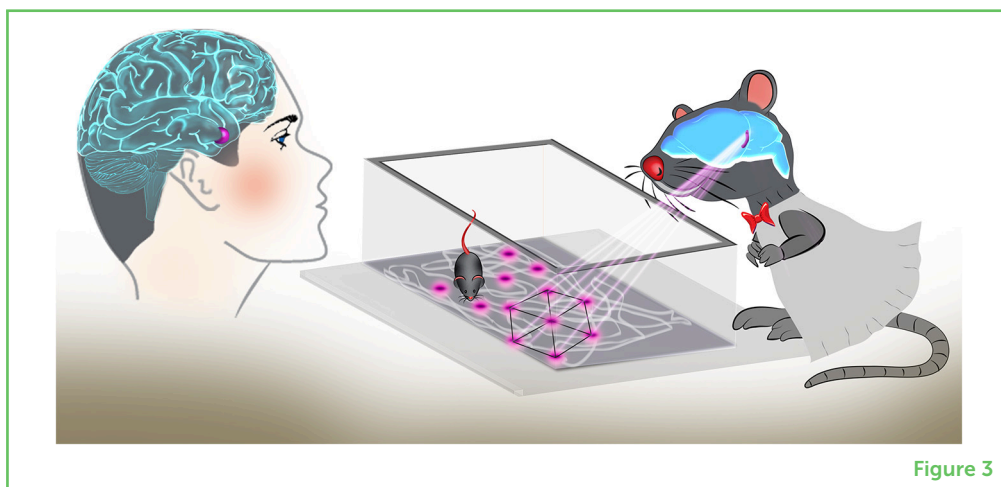


Figure 3

Chaque cellule de grille forme un motif unique de coordonnées qui est décalé par rapport aux coordonnées formées par d'autres cellules de grille proches. De cette façon, tout l'environnement est « rempli » de motifs de grille (Figure 4A). En utilisant une seule cellule de grille, on ne peut pas savoir où se trouve l'animal, car chaque cellule de grille est active à plusieurs endroits, formant une grille. Mais, en raison du changement de position entre les différentes cellules de grille et des échelles variables des grilles (Figure 4C), il est possible de définir l'emplacement actuel de l'animal avec une grande précision, en utilisant les grilles superposées de plusieurs cellules.³ Ces quadrillages servent de carte interne des coordonnées dans le cerveau et peuvent également être utilisés pour mesurer la distance entre différents points de l'espace, une exigence essentielle pour la navigation (Figure 4B).

ENCORE DES SURPRISES SUR LES CELLULES DE GRILLE

Nous avons constaté que la structure de la grille persiste même lorsqu'un animal marche dans l'obscurité [5]. Nous avons trouvé que, pour ancrer la grille à l'environnement spécifique dans lequel se trouve l'animal (s'agit-il d'une grande ou d'une petite pièce?), il utilise des informations sensorielles, en particulier des informations visuelles, telles que des indices sur les murs et l'emplacement des murs dans la pièce. Les motifs de grille tournent lorsque les repères sur les murs sont tournés, et les grilles peuvent se dilater ou se contracter lorsque l'un des murs est déplacé pour agrandir ou réduire la pièce. Fait intéressant, les cellules de grille à différentes profondeurs le long du cortex entorhinal représentent le même environnement à différentes échelles [5]. Les cellules de grille situées dans la partie dorsale (supérieure) du cortex entorhinal se déclenchent

Figure 4

Les coordonnées des cellules de grille cartographient l'environnement. **(A)** Structure de grille de trois cellules de grille voisines (verte, bleue et rouge), enregistrée simultanément lorsqu'un rat courait dans un environnement circulaire. La structure de la grille de la cellule bleue est mise en évidence par l'hexagone bleu clair. Les trois cellules ont le même espacement et la même orientation de grille mais sont décalées dans l'espace. **(B)** La structure du quadrillage pourrait servir de système de coordonnées pour une carte cognitive de l'environnement. **(C)** Les cellules de grille situées dans la partie dorsale (supérieure) du cortex entorhinal (violet) représentent l'environnement à petite échelle (grille dense en haut à droite), tandis que les cellules de grille ventrales (plus profondes) forment une règle plus grossière (grille clairsemée en bas à droite).

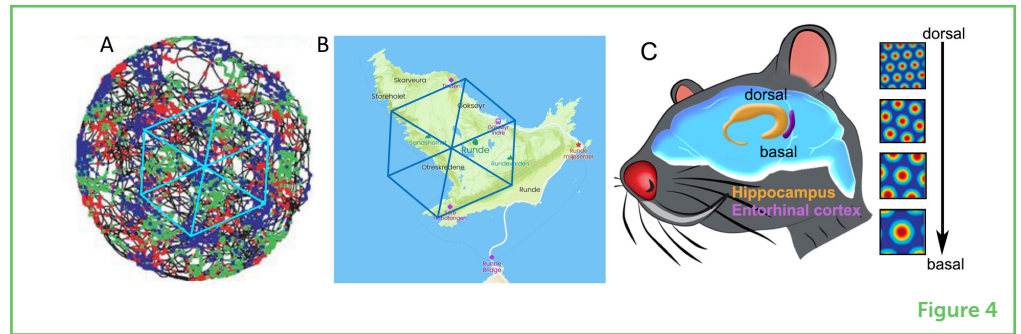


Figure 4

à des endroits physiques distants d'environ 25 cm (Figure 4C, en haut à droite), représentant l'environnement avec une grande précision, tandis que les cellules de grille plus profondes (ventrales) forment une représentation plus grossière, prenant en compte des distances supérieures, jusqu'à 3 m (Figure 4C). Les cellules de grille avec des échelles variables conservent toutes un motif de grille symétrique similaire.

Laisse-moi t'expliquer un autre fait surprenant sur les cellules de grille. Apparemment, le cerveau n'est pas le seul à utiliser les cellules de grille pour une navigation réussie et efficace. Dans une étude fascinante récemment réalisée dans une société d'intelligence artificielle appelée DeepMind à Londres, au Royaume-Uni, des chercheurs ont donné des informations sur la direction et la vitesse de la tête à une machine d'apprentissage. La machine était censée apprendre à naviguer dans un environnement nouveau et stimulant. Après avoir appris, la machine a surpassé les humains dans la navigation. Étonnamment, la machine a spontanément créé des unités artificielles avec des motifs de grille, très similaires à ceux des cellules de grille dans le cerveau humain [6]. Qu'est-ce que cela nous dit ? Même si le motif de cellule de grille est quelque chose qui s'est produit spontanément au cours de l'évolution, il doit être extrêmement utile pour la navigation. Nous savons que le cerveau est très efficace, et s'il y a un phénomène (comme les cellules de grille) qui se produit presque par accident, il peut s'avérer bénéfique pour le fonctionnement de l'animal. Penses-y de cette façon : imagine que tu reçois un outil – un tournevis par exemple – et que tu ne sais pas à quoi il sert. Au fil du temps, tu essaieras probablement de l'utiliser dans différentes circonstances, et tu finiras par lui trouver une utilité, n'est-ce pas ? Il en va de même pour le cerveau : il explore tous les moyens d'utiliser les outils dont il dispose et les met à profit pour la survie de l'animal.

Ensemble, les cellules de grille produisent des cartes de coordonnées internes qui permettent à un animal de naviguer d'un endroit à un autre. Les cellules de grille fonctionnent à l'unisson avec les cellules de place et avec d'autres types de cellules, telles que les cellules de la direction de la tête et les cellules de vitesse. Ce système de navigation intègre également les informations des sens, pour calibrer les cartes internes en fonction de l'environnement. Tout ce système

CELLULE DE LA DIRECTION DE LA TÊTE

Cellule nerveuse trouvée dans plusieurs zones du cerveau et informant l'animal de la direction dans laquelle il se dirige. Elle ne s'active que lorsque la tête est orientée dans une direction spécifique dans l'espace (par exemple, au nord-ouest, mais il s'agit d'une carte subjective à chaque individu qui ne suit pas les pôles magnétiques). Ainsi, une cellule qui est active lorsque la tête pointe vers le nord dans un environnement peut pointer vers le sud dans un autre environnement. Si une cellule est décalée de 180° dans un environnement, toutes les autres cellules font de même.

de navigation dans le cerveau nous permet d'effectuer des tâches de navigation complexes de manière fluide et automatique. Bien que nous ayons beaucoup appris sur ce système cérébral fascinant, de nombreux aspects en sont encore inconnus. Par exemple, comment est-ce que prêter attention aux indices dans l'environnement ou dans notre mémoire affecte le système de navigation ? Comment le volume du corps d'un animal est-il pris en compte lorsque l'animal se déplace ? Et qu'arrive-t-il au système de navigation dans un cerveau malade, comme dans le cas de la maladie d'Alzheimer, quand les cellules du cortex entorhinal meurent et que la capacité de naviguer se perd ? Une autre question passionnante est de savoir comment la distance et la direction entre un animal et des objets sont prises en compte dans le cortex entorhinal, et si les cellules intègrent également des objets en mouvement, comme un ballon dans un match de football [6]. Ce sont des questions difficiles et importantes, qui pourraient faire partie d'un voyage scientifique fascinant pour ceux parmi mes lecteurs qui voudraient devenir des scientifiques du cerveau.

RECOMMANDATIONS POUR LES JEUNES ESPRITS

Quand on est enfant ou adolescent, c'est utile de se rappeler qu'il est très difficile de prévoir à quoi ressemblera la vie quand on sera adulte. Je crois qu'il est important de maintenir intacte ta curiosité pour les choses, maintenant et plus tard, et de trouver quelque chose qui te passionne et te remplit d'enthousiasme. Je pense que tout est une question de passion, que ce soit pour les mathématiques, la physique, la danse, l'écriture ou tout autre chose. Suivre ta motivation interne et construire ta vie autour de tes forces et de ta passion est ce qui te permettra de rendre ta vie meilleure qu'elle ne pourrait l'être autrement.

Bien des gens te diront quelle carrière tu dois choisir et pourquoi : pour gagner de l'argent, te forger une réputation, ou peut-être même obtenir un prix Nobel. Ne les écoute pas. Choisis le chemin qui te convient, quelque chose qui t'enrichit, que tu aimes, que tu peux apprendre à maîtriser. Pour ma part, je peux dire que je suis très curieuse des choses et qu'il est extrêmement important pour moi de les comprendre. Saisir enfin ce que je ne comprenais pas auparavant, c'est ça qui me rend heureuse, c'est l'étoile qui me montre la voie.

Enfin, en tant que femme ayant remporté le prix Nobel, je trouve essentiel de souligner que lorsque tu trouves ta voie, si tu es un homme ou une femme ne devrait pas être important. Je me suis toujours considérée simplement comme une personne, et quand je suis devenu scientifique, comme une scientifique. Le fait d'être une femme ne me préoccupait pas. Je me vois comme une scientifique qui a eu beaucoup de chance, qui a travaillé très dur et qui a des collaborateurs fantastiques. C'est cela qui, au bout du compte, m'a conduite à gagner un prix Nobel. Cela dit, même si être un homme ou

une femme n'est pas pertinent quand il s'agit de passion, nous devrions tous être conscients qu'il existe des environnements où on tente de mettre les femmes de côté. Dans ces environnements, nous devrions tous, hommes comme femmes, soutenir fermement les femmes et les minorités.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le professeur Yoram Burak pour ses commentaires.

CONTRIBUTIONS À LA VERSION FRANÇAISE

TRADUCTEUR : **Jean-Marie Clément** (Association Jeunes Francophones et la Science, Montpellier, France)

ÉDITEUR : **Catherine Braun-Breton** (Association Jeunes Francophones et la Science, Montpellier, France)

RÉFÉRENCES

1. Alme, C. B., Miao, C., Jezek, K., Treves, A., Moser, E. I., and Moser, M. B. (2014). Orthogonality of place maps in the hippocampus: eleven maps for eleven room. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111:18428–35. doi: 10.1073/pnas.1421056111
2. O'Keefe, J., and Dostrovsky, J. 1971. The hippocampus as a spatial map: preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain Res.* 34:171–5. doi: 10.1016/0006-8993(71)90358-1
3. Kropff, E., Carmichael, J. E., Moser, M. B., and Moser, E. 2015. Speed cells in the medial entorhinal cortex. *Nature* 523:419–24. doi: 10.1038/nature14622
4. Taube, J. S., Muller, R. U., and Ranck, J. B. 1990. Head-direction cells recorded from the postsubiculum in freely moving rats. I. Description and quantitative analysis. *J. Neurosci.* 10:420–35.
5. Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M. B., and Moser, E. I. 2005. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature* 436:801–6. doi: 10.1038/nature03721
6. Banino, A., Barry, C., Uria, B., Blundell, C., Lillicrap, T., Mirowski, P., et al. 2018. Vector-based navigation using grid-like representations in artificial agents. *Nature* 557:429–33. doi: 10.1038/s41586-018-0102-6
7. Høydal, Ø. A., Skytøen, E. R., Andersson, S. O., Moser, M. B., and Moser, E. I. (2019). Object-vector coding in the medial entorhinal cortex. *Nature* 568:400–4. doi: 10.1038/s41586-019-1077-7

PUBLIÉ EN LIGNE LE 2 février 2024

ÉDITEUR/TRICE : [Idan Segev](#)

MENTOR(S) SCIENTIFIQUE(S) : [Idan Segev](#)

CITATION : Moser M (2024) Comment trouver son chemin ? des cellules de grille dans le cerveau. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.678725-fr

TRADUIT ET ADAPTÉ DEPUIS : Moser M (2021) How Do We Find Our Way? Grid Cells in the Brain. *Front. Young Minds* 9:678725. doi: 10.3389/frym.2021.678725

CONFLIT D'INTÉRÊTS : Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un potentiel conflit d'intérêts.

DROITS D'AUTEUR © 2021 © 2024 Moser. Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence [Creative Commons Attribution \(CC BY\)](#). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES EXAMINATEURS/TRICES

ORT DAFNA HIGH SCHOOL ISRAEL, ÂGE : 14–15

Les élèves de cette classe participent à un programme d'études spécial concentré sur la physique, la biologie, les mathématiques et l'informatique.



AUTEURS/TRICES

MAY-BRITT MOSER

Je suis professeure de neurosciences, directrice du Centre sur le calcul neuronal et co-directrice de l'Institut Kavli de neuroscience des systèmes de l'Université norvégienne des sciences et techniques de Trondheim. J'ai reçu le prix Nobel de physiologie ou médecine en 2014, avec mes collègues de longue date Edvard Moser et John O'Keefe. Je suis née dans une petite ville appelée Fosnavåg en Norvège. J'ai fréquenté l'Université d'Oslo, où j'ai étudié les mathématiques, la physique et la chimie. J'ai obtenu un diplôme en psychologie en 1990 et un doctorat en neurophysiologie en 1995, sous la direction de Per Andersen. Mes deux filles sont nées en 1991 et 1995. Pendant mon doctorat et jusqu'à mon retour en Norvège à l'automne 1996, lorsque mon mari Edvard et moi avons été nommés professeurs agrégés en psychologie biologique au Département de psychologie de l'Université norvégienne des sciences et techniques (NTNU) à Trondheim, nous avons travaillé dans le laboratoire de Richard Morris au Centre de neuroscience de l'Université d'Édimbourg. À l'été 1996, j'ai été post-doctorante invitée au laboratoire de John O'Keefe à l'University College de Londres pendant 1 mois. En 2000, j'ai été promue au poste de professeure titulaire de neurosciences, et à ce moment-là, nous avons déménagé à la faculté de médecine de NTNU. Je suis membre de la Société royale norvégienne des Sciences et des Lettres de l'Académie norvégienne des sciences et des lettres et de l'Académie norvégienne des sciences et techniques ; j'ai également été élue en tant que membre étranger à la National Academy of Sciences (États-Unis), à la National Academy of Medicine



(États-Unis) et à l'American Philosophical Society (États-Unis). J'ai reçu de nombreux honneurs et prix : le Prix Liliane Bettencourt pour les Sciences du Vivant en 2006, le 26^e Prix Louis-Jeantet de Médecine (Fondation Louis-Jeantet) en 2011, le Prix André Jahre en 2011, le 13^e Prix Perl/UNC Neurosciences (Université de Caroline du Nord) en 2013, le Best Female Leader Award de la Trondheim Business Society (Prix Madame Beyer) en 2013, le 47^e prix Louisa Gross Horwitz pour la biologie ou la biochimie (Université Columbia) en 2013, le 59^e prix Karl Spencer Lashley (American Philosophical Society) en 2014, le 30^e prix scientifique européen Koerber (Fondation Koerber) en 2014, le 102^e prix annuel Fridtjof Nansen de recherche exceptionnelle en science et médecine en 2013 ; j'ai été élue membre de l'Organisation Européenne de Biologie Moléculaire (EMBO) en 2012, de l'Académie norvégienne des sciences, de l'Association for Psychological Science pour mes contributions distinguées soutenues et exceptionnelles à la psychologie des sciences en 2018, et reçu la Grand-Croix de l'Ordre royal norvégien de Saint-Olav (S.M. Harald de Norvège) – le plus haut Ordre royal norvégien en 2018, et la médaille d'or Gunerius le 28 février, décernée par l'Académie royale norvégienne des sciences et des lettres. *may-britt.moser@ntnu.no

French version provided by

Version française fournie par

