Étienne Aumont
etienne.aumont@umontreal.ca
Programme de maîtrise
en psychologie

Sujet de recherche :
Les stratégies de navigation et
les fonctions exécutives
et attentionnelles

INFLUENCER LA COGNITION PAR LES DÉPLACEMENTS

Quand une personne se déplace d'un endroit à un autre, elle utilise une stratégie de navigation. Elle peut ainsi avoir recours à l'une de ces deux méthodes : la stratégie réponse ou la stratégie spatiale. Deux structures du cerveau sont donc en compétition constante pour favoriser l'utilisation de la stratégie qu'elles soutiennent. Ainsi, l'une se développe aux dépens de l'autre, ce qui peut avoir des effets sur le fonctionnement cognitif. Récemment, des chercheurs de l'Université de Montréal ont découvert que la stratégie de navigation peut influencer la prise de risque et l'adaptation aux changements d'un individu.

Jean-Marc est en voiture et doit se rendre à un endroit pour une entrevue. Deux options s'offrent à lui : mémoriser l'itinéraire (« tourner à gauche sur la rue Decelles, continuer sur quatre coins de rue, puis à droite sur la rue Van Horne, etc. ») ou alors repérer sa destination par rapport à sa position (« ma destination est à gauche de la tour de Roger-Gaudry lorsque je me tourne vers le mont Royal »)[1]. Bien que les deux stratégies mènent au même résultat – soit celui d'arriver à destination –, de récentes recherches en neurosciences montrent que de favoriser l'une plutôt que l'autre aurait une influence bien réelle sur le cerveau[2].

Choisir entre directions et carte mentale

La stratégie réponse consiste en la mémorisation d'un itinéraire, d'une séquence de directions qui permettent de se déplacer du point A au point B. Les individus qui y ont spontanément recours, selon des études en imagerie cérébrale menées à l'Institut Douglas de Montréal, auraient un **noyau caudé*** plus volumineux et plus actif[3]. L'utilisation prolongée de la stratégie réponse, en stimulant le noyau caudé, le rendrait en effet plus volumineux. Le noyau caudé a été associé à un plus grand risque de dépendance, mais également à un meilleur fonctionnement cognitif[4].

***NOYAU CAUDÉ**
Structure du cerveau servant à mémoriser des séquences. C'est une des premières régions affectées par la maladie de Parkinson.

La stratégie spatiale, quant à elle, consiste en la création d'une carte mentale de l'environnement, qui permet de connaître sa position par rapport à la destination. Un individu qui préfère avoir recours à cette stratégie aurait un **hippocampe*** plus gros et plus actif[5]. Chacune des stratégies comporte donc des côtés positifs et d'autres négatifs. En effet, comme les deux sont en compétition, elles stimulent chacune une structure précise du cerveau (avec les avantages que cela implique, par exemple ceux liés à un plus gros noyau caudé), mais au détriment d'une autre (et des inconvénients qui sont liés à cette situation, comme les effets négatifs d'un plus petit hippocampe).

***HIPPOCAMPE**
Structure du cerveau fondamentale pour la visualisation mentale, la mémoire spatiale et celle des événements. C'est une des premières régions affectées par la maladie d'Alzheimer.

Une étude publiée en 2000 par Eleanor A. Maguire, actuellement professeure à l'University College de Londres, a mis en lumière ce principe, en montrant que les chauffeurs de taxi londoniens qui utilisent constamment leur carte mentale avaient un plus gros hippocampe[6]. Or, un plus grand volume de l'hippocampe est un facteur protecteur contre le développement de la maladie d'Alzheimer chez les personnes âgées[7]. De plus, d'autres recherches ont mis en lumière que l'utilisation de la stratégie spatiale est un prédicteur de la santé cognitive des aînés : plus l'utilisation de la stratégie spatiale est grande, mieux se porte

LA QUESTION SE POSE AUSSI DE SAVOIR SI UN ENTRAÎNEMENT QUI PERMETTRAIT DE CHANGER DE STRATÉGIE DE NAVIGATION POURRAIT SERVIR À AMÉLIORER CERTAINES FONCTIONS COGNITIVES DE POPULATIONS PLUS VULNÉRABLES.

la santé cognitive globale[8]. Toutefois, aucune étude n'a encore cherché à vérifier cette relation chez les jeunes adultes en santé.

Une étude menée par le laboratoire de Gregory L. West, professeur au Département de psychologie de l'Université de Montréal, a comparé l'influence de l'utilisation spontanée de l'une ou l'autre stratégie de navigation sur deux indicateurs de santé cognitive : la prise de risque et la flexibilité cognitive.

Prendre des risques

De la décision de lancer sa propre entreprise jusqu'au choix de prendre un verre de plus à une soirée entre amis, la prise de risque est omniprésente dans les choix que fait un individu. La prise de risque réside en bonne partie dans l'évaluation des conséquences négatives et positives d'une action. Une prise de risque plus grande, c'est donc, par exemple, sous-estimer la probabilité des conséquences négatives de la consommation d'alcool et en surestimer les conséquences positives. L'équipe de recherche du professeur West a trouvé que ceux qui utilisent spontanément la stratégie réponse sont enclins à prendre plus de risques[9]. Ces gens ont donc davantage tendance à favoriser les options qui peuvent rapporter gros – une acceptation sociale ou un sentiment d'euphorie, par exemple –, mais qui présentent aussi le risque de faire perdre beaucoup – en raison de propos blessants ou d'une action qui amènera des regrets, par exemple.

La connaissance des fonctions du noyau caudé, qui, comme cela a déjà été mentionné, est associé à la stratégie réponse, peut aider à expliquer ces résultats. Entre autres choses, le noyau caudé a pour fonction d'anticiper les bénéfices. C'est donc cette structure qui augmente l'attention portée aux gains, et qui favorise par le fait même la négligence des pertes et des risques[10]. La stratégie réponse serait donc associée à une plus grande prise de risque parce qu'elle stimule la région qui est connue pour être associée à la prise de risque. D'ailleurs, cette association pourrait expliquer le plus grand risque de dépendance trouvé chez les utilisateurs de la stratégie réponse[11].

S'adapter au changement

Un nouveau patron entre en poste dans une entreprise, et met en place de nouvelles méthodes plus efficaces. Certains employés auront une grande facilité à s'y adapter, tandis que d'autres trouveront le changement difficile. Ce genre de situation met à l'épreuve la flexibilité cognitive, qui est la capacité à s'adapter au changement d'une règle ou d'une norme à laquelle une personne est habituée. Ainsi, continuer d'utiliser les méthodes de l'ancien patron même si les nouvelles se sont montrées au moins aussi efficaces pourrait être la manifestation d'un manque de flexibilité cognitive. L'équipe de Gregory West a observé que l'utilisation d'une stratégie réponse est liée à une meilleure flexibilité cognitive. Ses utilisateurs ont donc moins tendance à persister à essayer de résoudre une tâche en fonction d'une règle précédente qui a été remplacée par une nouvelle règle valide.

Le noyau caudé joue aussi un rôle dans la flexibilité cognitive en permettant à l'individu de reconnaître qu'un contexte ou une règle a changé[12]. Cette structure du cerveau, qui est associée à la stratégie réponse, permettrait une détection plus facile et rapide d'un changement dans l'environnement qui demanderait donc une adaptation, ce qui expliquerait pourquoi les utilisateurs de la stratégie réponse ont une meilleure flexibilité cognitive que ceux de la stratégie spatiale.

Bien comprendre l'influence des stratégies de navigation est crucial, puisque l'utilisation des technologies telles que le GPS et les jeux vidéo d'action semblent favoriser l'utilisation de la stratégie réponse[13]. La question se pose aussi de savoir si un entraînement qui permettrait de changer de stratégie de navigation pourrait servir à améliorer certaines fonctions cognitives de populations plus vulnérables. Par exemple, la stratégie spatiale pourrait aider les personnes à risque de développer la maladie d'Alzheimer, puisqu'elle compense pour les fonctions cognitives affectées par la maladie[14]. À l'inverse, les personnes atteintes de la maladie de Parkinson peuvent développer des déficits de flexibilité cognitive, et pourraient profiter des avantages qu'offre une plus grande utilisation de la stratégie réponse[15].

RÉFÉRENCES

[1] Bohbot, V. D., McKenzie, S., Konishi, K., Fouquet, C., Kurdi, V., Schachar, R., … Robaey, P. (2012). Virtual navigation strategies from childhood to senescence: Evidence for changes across the life span. *Frontiers in Aging Neuroscience, 4*. https://doi.org/10.3389/fnagi.2012.00028

[2] Bohbot, V. D., Lerch, J., Thorndycraft, B., Iaria, G. et Zijdenbos, A. P. (2007). Gray matter differences correlate with spontaneous strategies in a human virtual navigation task. *Journal of Neuroscience, 27*(38), 10078-10083.

[3] *Ibid.*

Iaria, G., Petrides, M., Dagher, A., Pike, B. et Bohbot, V. D. (2003). Cognitive strategies dependent on the hippocampus and caudate nucleus in human navigation: Variability and change with practice. *Journal of Neuroscience, 23*(13), 5945-5952.

[4] Cools, R. (2011). Dopaminergic control of the striatum for high-level cognition. *Current Opinion in Neurobiology, 21*(3), 402-407. https://doi.org/10.1016/j.conb.2011.04.002

Bohbot, V. D., Del Balso, D., Conrad, K., Konishi, K. et Leyton, M. (2013). Caudate nucleus-dependent navigational strategies are associated with increased use of addictive drugs: Substance abuse and spatial memory. *Hippocampus, 23*(11), 973-984. https://doi.org/10.1002/hipo.22187

[5] Bohbot *et al.* (2007), *op. cit.*

Iaria *et al., op. cit.*

[6] Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J. et Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 97*(8), 4398-4403. https://doi.org/10.1073/pnas.070039597

[7] Apostolova, L. G., Dutton, R. A., Dinov, I. D., Hayashi, K. M., Toga, A. W., Cummings, J. L. et Thompson, P. M. (2006). Conversion of mild cognitive impairment to Alzheimer disease predicted by hippocampal atrophy maps. *Archives of Neurology, 63*(5), 693-699.

[8] Konishi, K., Mckenzie, S., Etchamendy, N., Roy, S. et Bohbot, V. D. (2017). Hippocampus-dependent spatial learning is associated with higher global cognition among healthy older adults. *Neuropsychologia, 106,* 310-321.

[9] West, G. L., Konishi, K. et Bohbot, V. D. (2017). Video games and hippocampus-dependent learning. *Current Directions in Psychological Science, 26*(2), 152-158. https://doi.org/10.1177/0963721416687342

[10] Balleine, B. W., Delgado, M. R. et Hikosaka, O. (2007). The role of the dorsal striatum in reward and decision-making. *Journal of Neuroscience, 27*, 8161-8165.

[11] Cools, *op. cit.*

Bohbot *et al.* (2013), *op. cit.*

[12] Monchi, O., Petrides, M., Petre, V., Worsley, K. et Dagher, A. (2001). Wisconsin card sorting revisited: Distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by event-related functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience, 21,* 7733-7741.

Rogers, R. D., Andrews, T. C., Grasby, P. M., Brooks, D. J. et Robbins, T. W. (2000). Contrasting cortical and subcortical activations produced by attentional-set shifting and reversal learning in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience, 12*(1), 142-162 doi:10.1162/089892900561931

[13] West, *op. cit.*

[14] Konishi *et al., op cit.*

[15] Monchi, O., Petrides, M., Doyon, J., Postuma, R. B., Worsley, K. et Dagher, A. (2004). Neural bases of set-shifting deficits in Parkinson's disease. Journal of Neuroscience, 24(3), 702-710. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4860-03.2004