

De l'apprentissage à la mémoire : Similitudes avec la topologie des réseaux sociaux

Ayla Gay

Master en Psychologie, Neurosciences cognitives, Université de Fribourg, Suisse

*Auteure correspondante : Ayla Gay ayla.gay@unifr.ch

Citation : Gay, A. (2023). De l'apprentissage à la mémoire : Similitudes avec la topologie des réseaux sociaux. *Cortica* 2(2) 151-156 <https://doi.org/10.26034/cortica.2023.3772>

Résumé

Les recherches actuelles s'intéressent aux similarités neuronales entre personnes présentant des liens sociaux étroits. La proximité sociale restreinte de deux personnes serait significativement associée aux similarités de réponses neuronales rattachées à l'allocation de l'attention, l'interprétation narrative et la réponse affective, lors de la présentation d'un stimulus exogène. Ces réponses sont influencées par les connaissances, opinions, intérêts et valeurs personnelles, et la causalité de ces similarités n'est pas encore définie. En outre, des similarités ont également été trouvées au repos dans la connectivité fonctionnelle du cerveau entre deux personnes proches d'un réseau. Cette ressemblance perdure en contrôlant les facteurs de personnalité et les variables démographiques. Ainsi les ressemblances entre amis ne seraient pas

qu'une simple impression, mais une concordance bien réelle au niveau du cerveau.

Mots clés : Apprentissage, mémoire, réseaux sociaux, amis, neurosciences cognitives, neurosciences affectives, réseaux de neurones

Abstract

Current research focuses on neural similarities between people with close social ties. The restricted social proximity of two people would be significantly associated with the similarities of neuronal responses related to the allocation of attention, the narrative interpretation and the affective response, during the presentation of an exogenous stimulus. These responses are influenced by personal knowledge, opinions, interests and values, and the causality of these similarities



is not yet defined. In addition, similarities were also found at rest in the functional connectivity of the brain between two people close to a network. This resemblance persists controlling for personality factors and demographic variables. Thus the similarities between friends would not be just a simple impression, but a very real concordance at the level of the brain

Keywords: Learning, memory, social networks, friends, cognitive neuroscience, affective neuroscience, neural networks

INTRODUCTION

Face à l'acquisition d'informations au travers de nos cinq sens, le corps et cerveau humain s'engagent dans des processus d'apprentissage, qu'ils soient conscients ou non. Dépendant des informations et du contexte, l'apprentissage et la mémoire se subdivisent. Nous y retrouvons notamment la mémoire déclarative, avec la mémoire épisodique, sémantique et spatiale, la mémoire procédurale (non-déclarative), ainsi que différents types d'apprentissage, simple ou complexe. Ces catégories de mémoire se reflètent au niveau cérébral, avec pour chacune des systèmes neuronaux plus ou moins répartis dans la globalité du réseau cérébral et le mode d'apprentissage engage quant à lui un processus spécifique selon l'information reçue.

Ces systèmes neuronaux peuvent entre autres être influencés par le développement même de l'individu (âge, sexe, environnement).

Les processus mémoriels peuvent se résumer en trois stades dont : l'acquisition, la consolidation et la récupération de l'information. Nous nous focaliserons tout d'abord sur la première phase et préciserons les étapes d'encodage au niveau cérébral. Les deux stades suivants étant intrinsèquement liés au phénomène d'encodage, nous en évoquerons certains aspects sans toutefois entrer dans le détail de leur neurophysiologie.

Ces mécanismes reflètent des aspects internes de la cognition humaine, mais l'homme est un animal social, fruit d'une évolution caractérisé par une communication grandissante au sein d'une population d'individus répartis géographiquement. Cette communication pourrait être décrite comme la connectivité entre des éléments au sein d'un réseau, ici les individus constituant le réseau social, lui-même structuré et réparti dans l'espace. Le partage d'informations au sein de ce réseau d'une autre échelle, laisse émerger une forme de cognition collective.

Cette image est comparable au cerveau humain représentant lui aussi un circuit de réseau structuré plus ou moins distribué, d'une plus ou moins forte connectivité et contenant des patterns dynamiques.

1. La mémoire, un réseau

Chaque système neuronal est constitué d'une population de neurones distribuée dans l'espace cérébral. L'activité coordonnée d'un sous-ensemble neuronal dans cette population reflète les caractéristiques environnementales et les états internes d'un individu. Durant l'encodage d'une nouvelle information, on retrouve plusieurs phases de traitement. La première étape reflète l'acquisition même de l'information : un ou plusieurs ensembles neuronaux s'activent et interagissent ensemble, complétant ainsi notre modèle interne du monde par systémogénèse.

En d'autres termes, des connexions entre neurones apparaissent en réponse à un stimuli, créant ainsi un réseau d'activité. Cette acquisition semble modulable selon le temps de présentation du stimulus et selon sa nouveauté. Comme mentionné auparavant, elle se distingue selon le type d'information et son contexte. S'ensuit une phase de stockage, où un lot de cellules de l'ensemble neuronal initial sera étiqueté et représentera ce qu'on appelle l'engramme mémoriel (Carrillo-Reid, 2022). Ce mécanisme survient grâce à des processus de potentialisation à long terme avec la plasticité synaptique des neurones, reflétant la connectivité inter-neurone, ainsi que l'expression des gènes.

Une fois établis, les ensembles neuronaux activés par une information, peuvent subir des processus de coopération métabolique ou

d'interaction, où l'on retrouve des cycles d'activation conscient ou non, avec ou sans stimulus, tels que les patterns d'activité spontané ou séquentiel au sein du cerveau (Carrillo-Reid, 2022). Ces phénomènes s'inscrivent de manière plus large dans l'apprentissage, avec une réorganisation quasi constante des ensembles neuronaux afin de soutenir une cohérence entre le monde externe et interne de l'individu. Ces connexions récurrentes typiques entre l'hippocampe et le néocortex, permettrait l'interaction et la modulation de l'information dans le temps.

L'engramme mémoriel représente la trace de la mémoire en tant que telle. Il peut être distribué parmi différentes régions cérébrales fonctionnellement connectées. Une même information/souvenir pourra être représentée par de multiples engrammes mémoriels dans différentes aires cérébrales. Le rappel ou la récupération d'une information stockée réactive l'engramme mémoriel ou active simultanément l'ensemble des engrammes mémoriels lié à l'élément mémoriel (Roy et al., 2022).

Ainsi nous retrouvons deux états caractéristiques de ces engrammes, un état actif et l'autre dormant. L'alternance entre ces états permet la consolidation ou la modification des connexions entre les cellules du/des engrammes. La réactivation d'engrammes mémoriels déstabilise temporairement les connexions neuronales

impliquées. A ce moment précis, la structure de la connectivité reste soit identique, soit modifiée par l'ajout ou la suppression de cellule au sein de l'engramme mémoriel. Autrement dit, de nouvelles associations peuvent se créer lors de cette réactivation et ainsi la structure de l'engramme peut varier.

Notons, ici que le nombre de neurones ne définit pas la force du souvenir mais plutôt les propriétés de connexions entre les neurones. Tenant compte du fait que chaque traitement d'information est influencé par un apprentissage précédent, en plus des caractéristiques de l'expérience présente, nous pouvons considérer les mécanismes sous-jacents comme la généralisation ou discrimination d'informations.

L'effet du temps sur la mémoire peut s'observer au travers des changements de précision, de discriminabilité, de l'estimation de confiance et du temps de réponse. La littérature scientifique décrit des changements au niveau de l'activité du cerveau ainsi que dans sa connectivité fonctionnelle. Les régions cérébrales démontrant une baisse de l'activité avec le vieillissement de la mémoire seraient principalement situées au niveau du lobe pariétal, tandis que l'augmentation de l'activité s'inscrirait au niveau du lobe frontal.

De plus, l'activité de l'hippocampe démontrerait des variations selon le temps d'intervalle entre le souvenirs récent et lointain.

La connectivité fonctionnelle du réseau hippocampique et cortical se trouverait diminuée avec l'avancée de l'âge de la mémoire (Tallman et al., 2022). En lien avec ces réseaux cérébraux et la notion de récupération de l'information dans la mémoire, deux théories ont été formulées : la théorie des traces multiples et celle de la consolidation du système. Cette dernière considère notamment la réorganisation des connexions entre hippocampe et cortex pendant l'apprentissage, avec une baisse de l'activité hippocampique avec le temps.

2. Le cerveau dans le réseau social humain

Le réseau social humain est caractérisé par une structure complexe représentée par le degré de séparation entre les individus et où la force des liens entre ces composants est variable. De cette structure émerge un apprentissage et une mémoire collective, se référant à la cognition collective. Cette dernière reflète la propagation de l'information au sein du réseau. Elle reste toutefois dépendante du fonctionnement des éléments qui la constituent, ou du moins fortement influençable, comme par exemple lorsqu'un orateur public provoque une synchronisation de croyance au sein d'une audience. Ces éléments, le cerveau unique de chaque individu, démontrent une multitude de mécanismes de traitement de l'information et d'apprentissage, dont l'apprentissage des

structures sociales ou spatiales par la généralisation d'apprentissage associatif (Momennejad, 2022).

De plus, chaque élément étant constitué de son propre circuit de réseau, construit sur la base d'expériences vécues, d'informations intégrées, il est légitime de questionner la similarité des sous-réseaux au sein du circuit collectif du réseau social.

CONCLUSION

Les recherches actuelles se sont notamment intéressées aux similarités neuronales entre personnes présentant des liens sociaux étroits. La proximité sociale restreinte de deux personnes serait significativement associée aux similarités de réponses neuronales rattachées à l'allocation de l'attention, l'interprétation narrative et la réponse affective, lors de la présentation d'un stimulus exogène.

Ces réponses sont influencées par les connaissances, opinions, intérêts et valeurs personnelles, et la causalité de ces similarités n'est pas encore définie (Hyon, Kleinbaum, et al., 2020; Parkinson et al., 2018). En outre, des similarités ont également été trouvées au repos dans la connectivité fonctionnelle du cerveau entre deux personnes proches d'un réseau.

Cette ressemblance perdure en contrôlant les facteurs de personnalité et les variables

démographiques (Hyon, Youm, et al., 2020). Ainsi les ressemblances entre amis ne seraient pas qu'une simple impression, mais une concordance bien réelle au niveau du cerveau.

Références

Carrillo-Reid, L. (2022). Neuronal ensembles in memory processes. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 125, 136-143. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2021.04.00>

Fahim F., C. (2022). Development, Learning and Memory: Neuroscience perspectives, UE-L25.01486 [Class handout].

Hyon, R., Kleinbaum, A. M., & Parkinson, C. (2020). Social network proximity predicts similar trajectories of psychological states: Evidence from multi-voxel spatiotemporal dynamics. *NeuroImage*, 216, 116492. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116492>

Hyon, R., Youm, Y., Kim, J., Chey, J., Kwak, S., & Parkinson, C. (2020). Similarity in functional brain connectivity at rest predicts interpersonal closeness in the social network of an entire village. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(52), 33149-33160. <https://doi.org/10.1073/pnas.2013606117>

Momennejad, I. (2022). Collective minds: Social network topology shapes collective cognition. *Philosophical Transactions*

of the Royal Society B: Biological Sciences,
377(1843), 20200315.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0315>

Parkinson, C., Kleinbaum, A. M., & Wheatley, T. (2018). Similar neural responses predict friendship. *Nature Communications*, 9(1), 332. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02722-7>

Roy, D. S., Park, Y.-G., Kim, M. E., Zhang, Y., Ogawa, S. K., DiNapoli, N., Gu, X., Cho, J. H., Choi, H., Kamentsky, L., Martin, J., Mosto, O., Aida, T., Chung, K., & Tonegawa, S. (2022). Brain-wide mapping reveals that engrams for a single memory are distributed across multiple brain regions. *Nature Communications*, 13(1), 1799. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29384->

Tallman, C. W., Clark, R. E., & Smith, C. N. (2022). Human brain activity and functional connectivity as memories age from one hour to one month. *Cognitive Neuroscience*, 13(3-4), 115-133.
<https://doi.org/10.1080/17588928.2021.20211>

64