

PRESENCE DE RÉSEAUX DE NEURONES : OÙ EST LE PLAN POUR NE PAS SE PERDRE DANS L'IMMENSITÉ DE CETTE FORÊT ?

Deuxième épisode d'une série de huit épisodes sur le cerveau

**1 Prédiposition ; 2 Réseaux de Neurones ; 3 Élagage synaptique¹ ; 4 Synchronisation cérébrale ; 5
Élagage synaptique² ; 6 Neuroplasticité ; 7 Conscience ; 8 Et le libre arbitre**

*Cherine Fahim

Unité de Psychologie clinique et de la santé, Département de Psychologie, Université de Fribourg,
Suisse

***Auteure correspondante** : Dre Cherine Fahim. Université de Fribourg, Département de
psychologie. Rue P.-A.-de-Faucigny 2. CH-1700 Fribourg cherine.fahimfahmy@unifr.ch

Citation : Fahim, C. (2023). PRESENCE DE RÉSEAUX DE NEURONES : OÙ EST LE PLAN POUR
NE PAS SE PERDRE DANS L'IMMENSITÉ DE CETTE FORÊT ? Deuxième épisode d'une série de
huit épisodes sur le cerveau. Cortica 2023. 2(1), 1-9 <https://doi.org/10.26034/cortica.2023.37936>

Comment se retrouver parmi ces cent milliards d'arbres neuronaux ? Comment les neurones communiquent-ils dans cette forêt immense ? Comment se rappellent-ils leurs communications passées et arrivent à se projeter vers des communications futures ? Combien de temps cela leur prend de passer ces communications et à quel prix ? Cajal et son contemporain Sherrington (1923) ont proposé que les neurones se contactent à des points spécialisés appelés synapses, les sites où les processus d'un neurone entrent en contact et communiquent avec un autre neurone. Dans la plupart des synapses, il y a un écart - la fente synaptique - entre la cellule pré- et post-synaptique.

Loewi, Dale et Feldberg (1936) ont établi que le signal qui relie la fente synaptique est généralement un produit chimique, ou neurotransmetteur, qui est libéré du terminal présynaptique, se diffuse à travers la fente et se lie aux récepteurs de la cellule cible postsynaptique. En fonction du récepteur spécifique, la cellule postsynaptique peut être excitée ou inhibée. Les actions synaptiques sont rapides et durent des millisecondes, mais les actions du second messager (neurotransmetteurs) durent de quelques secondes à quelques minutes.

Kandel et Squire (2000) ont montré une action synaptique encore plus lente, qui peut durer des jours ou plus, et qui s'est avérée importante pour que l'apprentissage et la

mémoire à long terme pour le meilleur comme pour le pire. Ces actions synaptiques, à l'aide des neurotransmetteurs, lancent le processus d'échafaudage de nos réseaux de neurones. À force de communiquer au passé, au présent et au future ces réseaux de neurones façonnent le cerveau.

Pour ne pas se perdre dans l'immensité de cette forêt majestueuse, l'enfant commence par fixer dans les sentiers de son cerveau l'information qu'il perçoit du monde extérieur en utilisant ses cinq sens, le cortex somatosensoriel et moteur, ainsi que le cervelet. Chaque comportement est capté, analysé, répertorié et intégré laissant une trace de mémoire de l'expérience vécue en connectons des neurones, ainsi créant petit à petit des réseaux de neurones. Ces connexions sont les synapses où sont logés les différents types de mémoires.

Les études combinées de génétique comportementale et moléculaire suggèrent que, malgré leur logique et leur neuroanatomie différentes, les réseaux de neurones de la mémoire déclarative (consciente) et non déclarative (inconsciente) partagent certaines caractéristiques cellulaires et moléculaires communes. La pensée et les actions inconscientes, comme les apprentissages par association de traces mnésiques, apprentissages vicariant, savoir-faire, les rêves et les dissonances cognitives ont leur place dans le cerveau. Elles sont constituées des processus neurocognitifs, qui forment la mémoire implicite ou procédurale,

impliquant différents systèmes du cerveau : néocortex somatosensoriel et moteur, amygdale, noyaux gris centraux et cervelet.

Ainsi seront acheminés, à travers les réseaux de neurones, petit à petit, vers le cortex préfrontal, les modèles des expériences précoces qui prédisposent les jeunes à développer plus tard des troubles ou pas. L'exécution de chaque fonction cérébrale repose sur une séquence temporelle d'activités des cellules nerveuses spatialement définie. La mémoire déclarative commence à prendre une fonction explicite vers l'âge de quatre ans avec le développement du lobe temporal et ses alliées, hippocampe et spécifiquement les régions qui concernent le langage.

Quoi qu'il en soit, cela nous révèle que dans les deux cas, le stockage de la mémoire dépend d'un processus à court terme d'une durée de quelques minutes (dans le frontal) et d'un processus à long terme d'une durée de plusieurs jours ou plus (dans l'hippocampe).

Donc, la mise en action d'un réseau neuronal entraîne une forte consommation locale d'énergie qui rend nécessaire une néosynthèse rendue possible par une augmentation de l'apport en glucose, en oxygène, ainsi que des facteurs trophique (BDNF) et des facteurs de neuroplasticité (AMPA et NMDA les récepteurs glutamatergiques). La mémoire à court terme implique des modifications covalentes de protéines préexistantes, conduisant au

renforcement des connexions synaptiques préexistantes. La mémoire à long terme, en revanche, implique une modification de l'expression des gènes, la synthèse des protéines et la croissance de nouvelles connexions synaptiques, ce qui nous conduit au concept d'épigénétique. Dès lors, une caractéristique frappante de la plasticité neurale est que la mémoire à long terme implique des changements anatomiques et fonctionnels dans les réseaux de neurones.

La question se pose : De quelle manière sa pensée prend forme ? Durant le développement, le jeune sème, à travers son environnement génétique et épigénétique, différents réseaux de neurones qui lui permettent de retrouver le contrôle inhibiteur, l'attention, la mise à jour, la flexibilité mentale, le raisonnement, et la planification au temps voulu. Ainsi se façonnent les réseaux de neurones dans le cerveau grâce à la théorie connexionniste « l'union fait la force : un pour tous et tous pour un ». Les neurones qui ne se retrouvent pas ensemble sont éliminés : ceux qui n'ont pas réussi à acquérir un statut fonctionnel utile à l'économie générale de la communauté organique.

C'est l'activité d'ensemble des nœuds du réseau qui forme ici l'entité cognitive. Une fonction cognitive ne réside pas dans une région ou un module cérébral spécifique mais émerge de l'interaction et de la reconfiguration permanente des interactions entre les éléments du réseau. Un tel mode de

fonctionnement offre au cerveau une nature multifonctionnelle.

Gardons à l'esprit que le développement du cerveau des enfants est en cours lorsque l'on interagit avec eux. Que l'on mesure l'épaisseur de la matière grise, le volume de la matière blanche, la densité synaptique ou toute autre caractéristique anatomique du cerveau, des changements exponentiels en continu sont observés jusqu'au début de l'âge adulte. Ces changements ont évidemment un impact sur le fonctionnement cognitif de l'enfant et particulièrement sur ses réseaux de neurones socio-émotionnelles, qui constituent des processus très complexes et la base de la cognition.

Ci-dessous quelques régions clés jouant un rôle comme voies associatives « Hubs ou nœuds » entre les réseaux de neurones entrelacés qui permettent la « pensée en va-et-vient » entre le monde intérieur individuel et la vie Interactionnelle :

Le tronc cérébral et l'Hypothalamus : Au cours du développement, les facteurs de stress physiques et psychiques nécessitent l'engagement de différents réseaux : Les facteurs de stress physiques activent principalement les structures liées au contrôle des fonctions vitales situées sur le tronc cérébral (rythme cardiaque et respiration) et l'hypothalamus (hormones, sensations de faim, soif, sommeil, éveil, pression artérielle et activité sexuelle). Un réseau de neurones ayant comme cible principal la

neurotransmission de l'adrénaline (le bon stress : vigilance et stress aigu) et le cortisol (mauvais stress : stress chronique et toxique). Pendant ce temps, le noyau central de l'amygdale participe à l'intégration de la réponse autonome. Par exemple, les facteurs de stress psychologiques sont perçus dans un état d'anticipation (stress psychologique & physique), qui peut fortement dépendre des structures limbiques et peut être modulé par le système de récompense et la mise à jour dans la mémoire.

Les choix conscients de faire face, subir ou succombé sont sous la responsabilité de l'Érudit préfrontal, essentiel pour développer des réponses appropriées aux changements de l'environnement, densément innervé par les projections dopaminergiques du système de récompense, mouvement et motivation et de la sérotonine et acétylcholine pour la mémoire, ainsi que l'excitateur glutamate et l'inhibiteur GABA.

Amygdale et Hippocampe : Une relation intime existe entre ces deux parties du cerveau. De l'amygdale, les émotions naissent et sont tout de suite livrées à l'hippocampe. L'amygdale est impliquée dans la reconnaissance et l'évaluation de la valence émotionnelle des stimuli sensoriels, la détection des menaces/dangers ainsi que l'apprentissage associatif et dans les réponses comportementales reliées à la peur, la colère et l'anxiété. Les régions telles que l'amygdale, le thalamus, et l'hippocampe sont aussi impliquées dans la régulation du plaisir

et de la motivation en se basant sur les traces mnésiques. Les anxieux ont une activité accrue dans le réseau neuronal qui lie l'amygdale au thalamus et à l'hypothalamus. Rappelons-nous que le stress tôt durant le neurodéveloppement et/ou le stress chronique provoque le débranchement et le raccourcissement des dendrites des neurones de l'hippocampe (mémoire, apprentissage et émotions) de manière réversible.

Thalamus : Les noyaux thalamiques se projettent sur des zones corticales bien définies. Un centre de relais servant de connecter les cinq sens, la conscience, l'attention, et d'autres facultés neurocognitives tels que la mémoire et le langage. Les neurones relais thalamiques reçoivent des entrées glutamatergiques. La projection thalamo-corticale fournit une rétroaction positive à l'entrée « correcte », tout en supprimant en même temps les informations non pertinentes. Le thalamus dorsal reçoit ses informations de l'amygdale (peur et autres émotions) et des ganglions de la base (noyaux gris centraux = motivation, récompenses, motricité). Le thalamus c'est l'« autoroute » de la transmission de l'information entre le corps (les cinq sens plus le vestibulaire et la proprioception) et le cerveau.

Insula : constitue un centre intégré dans la médiation des interactions dynamiques entre les réseaux cérébraux impliqués dans l'attention orientée vers l'extérieur et les processus mentaux liés à soi orientés vers

l'intérieur. Elle joue un rôle important dans la détection de la saillance (ce à quoi on fait attention), la capture attentionnelle renforcée par des signaux d'erreur et le contrôle cognitif dynamique. La cognition, les décisions qui en découlent, voire la personnalité, sont influencées par les émotions dérivées des sensations corporelles, et ce, à chaque instant – souvent de façon inconsciente. Les récentes découvertes neuroscientifiques indiquent que l'insula joue un rôle primordial dans ce mécanisme en agissant à titre de voie de communication entre le corps et la cognition. Elle agit comme une tour de communication avec pour rôle d'extraire les messages émotionnels des signaux transmis par le corps. Ainsi, elle est impliquée dans une multitude de tâches combinant les processus émotionnels et ceux de l'ordre de la sensibilité intéroceptive aux marqueurs somatiques. Anatomiquement, elle est connectée à presque tous les centres majeurs du traitement des émotions et de la cognition.

Ganglions de la base ou noyaux gris centraux : Médiatrices de l'initialisation volontaire et des contrôles intentionnels de l'action. Le rôle des ganglions de la base est d'automatiser, de contrôler et de présélectionner des comportements de routine, afin de libérer les ressources attentionnelles requises pour un fonctionnement optimal du cortex préfrontal dans l'élaboration de nouvelles stratégies, nécessaires pour l'adaptation à un environnement en perpétuel changement. Dans les situations de routine, les ganglions

de la base interviendraient pour sélectionner, parmi les schémas de comportement déjà préétablis et automatisés, ceux qui paraissent les mieux adaptés à la situation. Les stratégies souhaitables seraient choisies et renforcées si elles parviennent à une issue favorable, inhibées dans le cas contraire.

Cortex cingulaire antérieur : Joue un rôle d'interface important entre l'émotion et la cognition, plus précisément dans la transformation de nos sentiments en intentions et en actions. Il est impliqué dans des fonctions supérieures comme le contrôle de soi sur ses émotions, la concentration sur la résolution d'un problème, la reconnaissance de nos erreurs, la promotion de réponses adaptatives en réponse à des conditions changeantes. Des fonctions qui toutes impliquent un lien étroit avec nos émotions.

Cortex préfrontal ventromédian : L'activation de cette région du cerveau est considérée comme un signe d'adaptation résiliente. Face au stress toxique chronique, le profil comportemental résilient fait preuve d'un haut niveau de connectivité de neurones récepteurs de glutamate. Les neurones situés dans ce « Hub » sont impliqués dans la régulation émotionnelle et le pouvoir de passer d'un affect à l'autre : Je suis capable de m'adapter aux changements, J'arrive à gérer tout ce qui arrive, face aux problèmes, Je vois le côté humoristique des choses, Je crois que gérer le stress me rend plus fort·e., J'arrive à rebondir après différentes épreuves,

J'atteins des objectifs, malgré les obstacles, Sous la pression, je reste concentré-e., L'échec ne décourage pas facilement, Je me considère comme une personne forte, Je suis capable de gérer les émotions désagréables. La résilience de nos réseaux de neurones n'est pas seulement une question de génétique ou de volonté individuelle ; il s'agit de relations. Les bases de la résilience sont une architecture cérébrale solide entre les réseaux de neurones qui se développent avec le temps, sous l'influence des gènes et des expériences de la vie interne et externe. Imaginons que le Petit Poucet soit perdu au fin fond de cette immense forêt et qu'un hélicoptère vienne le chercher ! Bien sûr, il est sauvé mais s'il est à nouveau perdu, il n'a aucune idée de la façon de s'en sortir : il n'a rien appris. Grâce à quelques expériences d'essai et erreurs, Petit Poucet sème, le long de son chemin, des petits cailloux qui lui permettront d'entrer et de sortir de la forêt en toute sécurité. Dans les contes de fées, l'enfant doit traverser toutes sortes d'épreuves dans la grande forêt où il rencontre des méchants : ogres, loups et sorcières dont il doit triompher pour accéder au succès : richesse, beauté et bonheur. La fée ne vient aider que les enfants courageux qui ont vaincu leurs propres peurs ; elle arrive enfin pour donner le petit coup de baguette magique final. Mais dans le conte du Petit Poucet, l'enfant sort vainqueur, malgré sa petite taille et sa faiblesse, seulement grâce à ses réseaux de neurones et les rencontres humaines bienveillantes qu'il fera sur son chemin.

On voit bien que les réseaux de neurones constituent les sentiers des pensées et des actions. Le cerveau est comme une forêt : Pour créer de



nouvelles connexions les axones doivent être prolongés pour aller toucher les dendrites d'un autre neurone. Les neurones qui s'activent ensemble (à travers leur mémoire à court-terme) finissent par se connecter ensemble mais ce sont les actions répétées qui renforceront leur connexion (pour devenir une mémoire à long-terme). Les connexions neuronales deviennent de plus en plus efficaces et mènent à l'automatisation des processus liés à une certaine tâche et donc à la résolution plus facile de certains problèmes. Mais si personne ne marche sur les sentiers ainsi créés par la forêt, la végétation finit par reprendre sa place. Les réseaux de neurones non utilisés finissent par se déconnecter progressivement.

Pourquoi le concept de réseaux de neurones est-il important en neurosciences de l'éducation ?

Dans ces réseaux de neurones, lorsque l'excitabilité reste trop longtemps élevée dans certains « Hubs », en cas de menace permanente par exemple, les circuits neuronaux activés se restreignent afin de

pouvoir répondre à la forte compétition de tous les objets d'attention susceptibles de survenir. Le jeune entre dans un mode d'hypervigilance où il se laisse facilement distraire par des objets d'attention souvent non pertinents. À force de répétition de ce comportement cellulaire, cela peut devenir le mode de fonctionnement du cerveau en tout temps, ce qui aura comme conséquence d'altérer les autres fonctions.

Par exemple, des changements liés à l'adversité sont fréquemment observés dans le corps calleux (qui connecte les deux hémisphères), ainsi que les réseaux fronto-limbiques (poudrière des émotions) :

- (1) Une exposition répétitive/chronique à des niveaux élevés de glucocorticoïdes a des effets neurotoxiques sur le cerveau ;
- (2) L'exposition à l'adversité précoce augmente la vulnérabilité au stress (dans l'hypothalamus qui contrôle les hormones, la satiété, la pression artérielle, la température corporelle, le rythme veille-sommeil et dans l'hippocampe qui contrôle l'apprentissage, et la mémoire). Le stress toxique diminue le nombre de neurones et affaiblit leurs réseaux de communications.

Ces quelques lignes donnent sens à l'importance de l'architecture cérébrale, c'est-à-dire la façon dont les neurones sont interconnectés les uns aux autres. Une architecture qui influence et contraint de façon significative la façon dont certains apprentissages scolaires peuvent prendre place dans le cerveau. En accompagnant le

jeune dans son parcours du développement du cerveau il faut tenir compte de l'impact de notre comportement sur le façonnement de son architecture cérébrale.

Plus on s'exerce à une pensée, une action, plus les connexions entre les aires impliquées se renforcent, en viennent à former des réseaux. Les expériences positives et négatives au fil du temps continuent d'influencer le développement mental et physique de l'enfant. La résilience doit être construite et pas évitée ; ce n'est pas une caractéristique innée ou une ressource qui peut être utilisée, c'est un apprentissage par essai et erreur, par expérience comme le petit Poucet. Il existe un ensemble commun de caractéristiques qui prédisposent les enfants à des résultats positifs face à l'adversité, comme dans l'histoire du petit Poucet :

- La disponibilité d'au moins une relation stable, attentionnée et de soutien entre un enfant et un adulte.
- Un sentiment de compréhension du sens des circonstances de la vie.
- Des compétences solides en matière de fonction exécutive et d'autorégulation.
- Le contexte favorable de l'affirmation de la foi (spiritualité) ou des traditions culturelles.

Références

- Ascoli, G. (2015). Front Matter. In *Trees of the Brain, Roots of the Mind* (pp. I-IV). Cambridge, Massachusetts; London, England: The MIT Press.
- Avena-Koenigsberger, A., Misić, B., & Sporns, O. (2017). Communication dynamics in complex brain networks. *Nature reviews. Neuroscience*, 19(1), 17–33. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.149>
- Cohen, J. R., & D'Esposito, M. (2016). The Segregation and Integration of Distinct Brain Networks and Their Relationship to Cognition. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 36(48), 12083–12094. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2965-15.2016>
- De Carlos, J. A., & Molnár, Z. (2020). Cajal's Interactions with Sherrington and the Croonian Lecture. *Anatomical record (Hoboken, N.J. : 2007)*, 303(5), 1181–1188. <https://doi.org/10.1002/ar.24189>
- Denckla, C. A., Cicchetti, D., Kubzansky, L. D., Seedat, S., Teicher, M. H., Williams, D. R., & Koenen, K. C. (2020). Psychological resilience: an update on definitions, a critical appraisal, and research recommendations. *European journal of psychotraumatology*, 11(1), 1822064. <https://doi.org/10.1080/20008198.2020.1822064>
- Dufouil, C., Alperovitch, A., & Tzourio, C. (2003). Influence of education on the relationship between white matter lesions and cognition. *Neurology*, 60(5), 831–836. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000049456.33231.96>
- Fahim, C. (2022). PRESENCE enracinée dans le cerveau par une prédisposition génétique et tissée par l'épigénétique. *Cortica* 1(1) 1-3 <https://doi.org/10.26034/cortica.2022.1779>
- Fahim, C. (2022). PRESENCE d'une Prédisposition : Premier épisode d'une série de huit épisodes sur le cerveau. *Cortica* 1(2) 464-492 <https://doi.org/10.26034/cortica.2022.3344>
- Herrero, M. T., Barcia, C., & Navarro, J. M. (2002). Functional anatomy of thalamus and basal ganglia. *Child's nervous system : ChNS : official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 18(8), 386–404. <https://doi.org/10.1007/s00381-002-0604-1>
- Huang, H., Shu, N., Mishra, V., Jeon, T., Chalak, L., Wang, Z. J., Rollins, N., Gong, G., Cheng, H., Peng, Y., Dong, Q., & He, Y. (2015). Development of human brain structural networks through infancy and childhood. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 25(5), 1389–1404. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht335>
- Kandel E. R. (2005). Eric Kandel: a life in learning and memory. *Drug discovery today*, 10(5), 302–304. [https://doi.org/10.1016/S1359-6446\(04\)03331-8](https://doi.org/10.1016/S1359-6446(04)03331-8)
- Kelly, A. M., Di Martino, A., Uddin, L. Q., Shehzad, Z., Gee, D. G., Reiss, P. T., Margulies, D. S., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2009). Development of anterior cingulate functional connectivity from late childhood to early adulthood. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 19(3), 640–657. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn117>
- Mashour, G. A., Pal, D., & Brown, E. N. (2022). Prefrontal cortex as a key node in arousal circuitry. *Trends in neurosciences*, 45(10), 722–732. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.07.002>
- Masten, A. S., & Barnes, A. J. (2018). Resilience in Children: Developmental Perspectives. *Children (Basel, Switzerland)*, 5(7), 98. <https://doi.org/10.3390/children5070098>

- Meltzoff, A. N., & Marshall, P. J. (2020). Importance of body representations in social-cognitive development: New insights from infant brain science. *Progress in brain research*, 254, 25–48. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2020.07.009>
- Molnar-Szakacs, I., & Uddin, L. Q. (2022). Anterior insula as a gatekeeper of executive control. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 139, 104736. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104736>
- Center on the Developing Child at Harvard University (2014). *A Decade of Science Informing Policy: The Story of the National Scientific Council on the Developing Child*. <http://www.developingchild.net>
- National Scientific Council on the Developing Child. (2015). *Supportive Relationships and Active Skill-Building Strengthen the Foundations of Resilience: Working Paper 13*. <http://www.developingchild.harvard.edu>
- National Scientific Council on the Developing Child. (2020). *Connecting the Brain to the Rest of the Body: Early Childhood Development and Lifelong Health Are Deeply Intertwined: Working Paper No. 15*. Retrieved from www.developingchild.harvard.edu
- Ramani R. (2015). Connectivity. *Current opinion in anaesthesiology*, 28(5), 498–504. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000237>
- Roosendaal, B., McEwen, B. S., & Chattarji, S. (2009). Stress, memory and the amygdala. *Nature reviews. Neuroscience*, 10(6), 423–433. <https://doi.org/10.1038/nrn2651>
- Sung, Y., & Kaang, B. K. (2022). The Three Musketeers in the Medial Prefrontal Cortex: Subregion-specific Structural and Functional Plasticity Underlying Fear Memory Stages. *Experimental neurobiology*, 31(4), 221–231. <https://doi.org/10.5607/en22012>
- Sweeney-Reed, C. M., Buentjen, L., Voges, J., Schmitt, F. C., Zaehle, T., Kam, J. W. Y., Kaufmann, J., Heinze, H. J., Hinrichs, H., Knight, R. T., & Rugg, M. D. (2021). The role of the anterior nuclei of the thalamus in human memory processing. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 126, 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.02.046>
- Teicher, M. H., & Samson, J. A. (2016). Annual Research Review: Enduring neurobiological effects of childhood abuse and neglect. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 57(3), 241–266. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12507>
- Tierney, A. L., & Nelson, C. A., 3rd (2009). Brain Development and the Role of Experience in the Early Years. *Zero to three*, 30(2), 9–13.
- Valenstein E. S. (2002). The discovery of chemical neurotransmitters. *Brain and cognition*, 49(1), 73–95. <https://doi.org/10.1006/brcg.2001.1487>
- van der Linden, D., Tops, M., & Bakker, A. B. (2021). Go with the flow: A neuroscientific view on being fully engaged. *The European journal of neuroscience*, 53(4), 947–963. <https://doi.org/10.1111/ejn.15014>