

## La récupération en mémoire et l'espacement

### Deux stratégies pour favoriser l'apprentissage et la neuroplasticité

Sophie McMullin et Steve Masson

#### Résumé

*Apprendre repose sur la neuroplasticité du cerveau, c'est-à-dire sur la capacité à ajuster ses connexions neuronales pour s'adapter à son environnement. Elle est influencée par un ensemble de facteurs et certaines stratégies pédagogiques, qui ont été identifiées par la recherche comme efficaces et qui tiennent justement compte de ces facteurs pour favoriser l'apprentissage. Cet article porte sur deux de ces facteurs : la récupération en mémoire et l'espacement.*

#### Zusammenfassung

*Lernen beruht auf der Neuroplastizität des Gehirns, das heisst auf der Fähigkeit, sich durch die Regulierung der neuronalen Verbindung an die Umwelt anzupassen. Die Neuroplastizität wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst sowie von bestimmten pädagogischen Strategien, die von der Forschung als wirksam identifiziert wurden. Die Strategien berücksichtigen ebendiese Faktoren, um das Lernen zu fördern. Dieser Artikel befasst sich mit zwei dieser Faktoren: dem Abruf aus dem Gedächtnis und dem Abstand.*

**Keywords:** développement cognitif, mémoire, neuroplasticité, processus d'apprentissage / Gedächtnis, kognitive Entwicklung, Lernprozess, Neuroplastizität

**DOI:** <https://doi.org/10.57161/r2023-04-04>

Revue Suisse de Pédagogie Spécialisée, Vol. 13, 04/2023.



## Introduction

Apprendre, c'est modifier ses connexions neuronales grâce à la neuroplasticité. Quand les neurones s'activent pour nous permettre d'accomplir une tâche ou réfléchir à une idée, un ensemble de processus biochimiques provoquent des modifications dans les connexions des neurones activés. Plus précisément, si des neurones sont activés de façon quasi simultanée à plusieurs reprises, ils vont développer et renforcer des connexions par l'entremise d'un ensemble de changements métaboliques (Hebb, 1949 ; Luo, 2021). Sachant qu'apprendre, c'est modifier ses connexions grâce à la neuroplasticité, il devient nécessaire de prendre en compte les facteurs pouvant favoriser la neuroplasticité du cerveau. C'est pourquoi cet article met en avant deux stratégies reconnues efficaces pour renforcer les connexions neuronales : la récupération en mémoire et l'espacement.

## La récupération en mémoire

L'une des façons les plus efficaces de favoriser l'apprentissage et la neuroplasticité est l'entraînement de la récupération en mémoire (*retrieval practice*). Il désigne le fait de s'entraîner à aller chercher dans notre mémoire à long terme une connaissance ou un souvenir. La récupération en mémoire survient chaque fois que l'on a besoin d'une information que nous possédons, mais qui n'est pas déjà présente à l'esprit. L'une des façons les plus fréquentes de provoquer de la récupération en mémoire est de faire des tests dans lesquels il faut chercher dans notre tête des réponses aux questions posées, d'où l'autre nom de ce phénomène : l'effet de test. Cependant, il est important de noter que la récupération en mémoire survient dans une grande variété de situations, pas seulement lors de tests visant à vérifier nos connaissances. En fait, chaque fois que l'on cherche à se souvenir d'une information, le processus de récupération en

mémoire s'active. Dans les prochaines lignes, nous verrons pourquoi la récupération en mémoire est si efficace pour favoriser l'apprentissage et comment encourager cette récupération en mémoire chez les apprenantes et les apprenants.

### **Pourquoi recourir à la récupération en mémoire ?**

Une des raisons expliquant pourquoi l'entraînement à la récupération en mémoire est si efficace est que la récupération d'une connaissance produit une activation des réseaux neuronaux associés à celle-ci. Or, puisque les réactivations permettent de consolider les connexions neuronales (Hebb, 1949 ; Luo, 2021), l'entraînement à la récupération en mémoire permet donc de consolider les apprentissages et de les pérenniser. Autrement dit, récupérer en mémoire provoque des réactivations qui engendrent une consolidation.

Par ailleurs, il a été observé expérimentalement, grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, que la récupération en mémoire active des régions cérébrales importantes pour l'apprentissage. Vestergren et Nyberg (2014) ont en effet montré que le cortex préfrontal ventrolatéral gauche (région associée notamment à la mémoire de travail) et l'hippocampe gauche (région associée entre autres à la mémorisation) étaient plus activés lorsque des participantes et participants pratiquaient la récupération en mémoire que si elles ou ils se contentaient de relire les informations ; ce qui activait plutôt des régions cérébrales associées au « mode par défaut », c'est-à-dire au mode activé quand on ne fait pas de tâche particulière. Récupérer en mémoire au lieu de revoir le contenu permet donc d'activer des régions cérébrales associées à une meilleure rétention de l'information.

Plusieurs autres études confirment que cette pratique améliore l'apprentissage. Par exemple, Eriksson et al. (2011) ont montré que pratiquer la récupération en mémoire favorise la rétention d'informations : plus on récupère, plus on retient, en termes de quantité d'informations et en termes de durée de rétention. Il est d'ailleurs intéressant de noter que l'effet bénéfique de la récupération en mémoire a été observé en comparant cette dernière avec des sessions d'étude passives consistant à lire et tenter de mémoriser l'information (Zaromb & Roediger, 2010), mais aussi à des tâches plus exigeantes comme la création de cartes conceptuelles (Karpicke & Blunt, 2011). Il est aussi important de mentionner que la multiplication d'occasions de récupérer en mémoire a tendance à homogénéiser les performances entre les apprenantes et les apprenants : dans une expérience de mémorisation de mots dans une nouvelle langue, les individus dont les performances étaient moins bonnes lors des premiers essais de récupération en mémoire réussissaient à la fin en moyenne aussi bien que les autres (Eriksson et al., 2011). Il semble donc avantageux de multiplier les moments de récupération en mémoire.

*Il est d'ailleurs intéressant de noter que l'effet bénéfique de la récupération en mémoire a été observé en comparant cette dernière avec des sessions d'étude passives consistant à lire et tenter de mémoriser l'information, mais aussi à des tâches plus exigeantes comme la création de cartes conceptuelles*

Cet avantage quantitatif de la récupération sur les apprentissages a été confirmé par une méta-analyse (Adesope et al., 2017). La taille d'effet moyenne est de grande ampleur pour la récupération en mémoire ( $M = 0,74$ ,  $p < 0.001$ ), suggérant que ce type d'intervention est efficace pour favoriser l'apprentissage, plus que la plupart des autres approches ayant le même but (p. ex., relire, étudier, pratiquer). Cette méta-analyse montre aussi que les effets positifs de la récupération sont observés autant avec des interventions réalisées en laboratoire qu'en classe, et avec des apprenantes et apprenants de tous âges. Un élément intéressant relevé par cette méta-analyse est que l'effet est encore plus fort si la forme de la récupération varie, c'est-à-dire si le type de tâche qui mène à récupérer change à travers les occasions de récupération (*quiz, flashcards, questions courtes à l'oral, à l'écrit, questions à choix multiples, etc.*).

## Comment mettre en œuvre la récupération en mémoire ?

Considérant les effets de la récupération en mémoire, il serait intéressant d'y avoir recours fréquemment en contexte d'apprentissage, autant à l'école qu'à la maison. Il s'agit donc de mettre à l'épreuve les connaissances des apprenantes et apprenants, soit de façon structurée semblable à une évaluation formative, soit en posant des questions de façon informelle.

Passer (ou faire passer) régulièrement des tests renvoie souvent une image négative, que ce soit chez les élèves ou dans le corps enseignant. Pourtant, quand des élèves développent l'habitude de passer des tests régulièrement, non à des fins d'évaluation (formative comme sommative), mais bien de renforcement de leurs apprentissages, des effets positifs sur leurs apprentissages sont visibles (Leeming, 2002). Autrement dit, il ne s'agit pas de tester souvent les apprenantes et apprenants pour récolter davantage de notes ou pour souvent faire le point sur le niveau de maîtrise des contenus d'apprentissage, mais pour multiplier les occasions de récupérer les connaissances apprises. Cela permet aux apprenantes et apprenants de renforcer les connexions neuronales liées aux apprentissages ciblés, mais aussi d'avoir plus d'occasions de vérifier leur compréhension adéquate et d'être mieux préparés pour les évaluations subséquentes. Ainsi, le corps enseignant aurait avantage à mettre fréquemment à l'épreuve les connaissances de leurs élèves.

Parallèlement, poser des questions ou amener les élèves à se poser des questions est aussi une façon pertinente de mettre en place le processus de récupération en mémoire. Il s'agit donc de questionner les apprenantes et apprenants sur les divers contenus d'apprentissage, aussi souvent que possible, afin d'entraîner la récupération en mémoire. Dans la mesure où il est nécessaire que l'ensemble des apprenantes et apprenants au sein d'une classe produisent une réponse, il peut être utile de recourir à des stratégies permettant à chacune et chacun d'être actif. Par exemple, en affichant une question au tableau et en demandant à tout le monde de fournir une réponse, que ce soit sur une ardoise, un bout de papier, avec sa tablette électronique, etc. Ainsi, toutes et tous réactivent les connexions neuronales associées à l'apprentissage. De plus, la rétroaction peut facilement être donnée à toutes et tous en même temps afin d'éviter le renforcement d'une erreur. En classe comme à la maison, la récupération en mémoire peut également prendre la forme d'un autoquestionnement : l'apprenante ou l'apprenant se pose des questions à lui-même (à l'aide de cartes, par exemple, au recto desquelles figure une question, avec la réponse au verso) et tente d'y répondre. Comme lorsque la question est posée par un tiers, le but est de se forcer à se rappeler les éléments importants relatifs au contenu.

*Parallèlement, poser des questions ou amener les élèves à se poser des questions est aussi une façon pertinente de mettre en place le processus de récupération en mémoire*

Il existe quelques règles à respecter pour optimiser les effets bénéfiques de la récupération en mémoire. Dans la mesure où il s'agit de réactiver des connexions neuronales liées à un apprentissage afin de les consolider, il faut s'assurer que la tâche proposée active les connexions neuronales pertinentes. Pour ce faire, il est recommandé de mettre l'apprenante ou l'apprenant dans une situation où il est cognitivement actif, c'est-à-dire qu'il doit produire une réponse, oralement ou par écrit. Ainsi, les connexions neuronales pertinentes auront plus de chances de s'activer. Parallèlement, il faut s'assurer que ce qui est demandé aux élèves ne soit pas trop difficile pour eux, pour éviter de favoriser les erreurs et donc éviter de renforcer des connexions neuronales non pertinentes pour l'apprentissage ciblé. Dans ce contexte, il semble aussi pertinent d'offrir le plus souvent possible une rétroaction, au minimum en cas d'erreur.

Un autre élément fondamental pour que la récupération en mémoire soit efficace est de limiter le nombre de répétitions lors d'une même séance. Lorsqu'il y a trop de répétitions successives de la même information, une diminution de l'activité cérébrale est observée (Piazza et al., 2004). En effet, l'habituation au contenu mène le cerveau à ne plus travailler pour récupérer ce contenu. En conséquence, le processus de récupération ne contribue plus à consolider les connexions neuronales. Il est donc préférable de limiter le nombre de répétitions dans une même séance et de multiplier les occasions de récupération en mémoire. Autrement dit, chaque séance de récupération devrait représenter un défi, raisonnable mais bien réel, pour les apprenantes et apprenants. Cela ne doit pas devenir trop facile afin d'exploiter pleinement l'effet de la récupération en mémoire.

## L'espacement

L'espacement est le fait d'investir plusieurs moments à un apprentissage pendant des périodes limitées, au lieu de tout réviser en une seule fois. Il s'agit donc de répartir dans le temps les séances de travail consacrées à un même sujet afin de les séparer. Cela peut être la découverte d'un nouveau contenu d'apprentissage que l'enseignante ou l'enseignant répartit dans la semaine au lieu de le travailler durant une même matinée, ou encore la révision de toute une session de cours qui est segmentée et réalisée deux semaines avant l'examen, plutôt que quelques jours avant. Comme pour la récupération en mémoire, examinons pourquoi espacer les périodes d'apprentissage est efficace et comment mettre en application ce principe.

### Pourquoi recourir à l'espacement ?

Tout d'abord, l'espacement s'inscrit dans le prolongement de la récupération en mémoire, ce qui contribue au renforcement des connexions neuronales lors de chaque séance d'apprentissage et permet donc d'éviter le phénomène d'habituation provoquant une baisse de l'activité cérébrale.

Ensuite, le renforcement des connexions neuronales découlant des activations repose sur plusieurs processus physiologiques (p. ex., augmentation du nombre de récepteurs postsynaptiques), dont certains prennent du temps (quelques jours pour certains ; Smolen et al., 2016) et sont en partie dépendants du sommeil (Rasch & Born, 2013). En effet, il a été établi que, lors du sommeil, les connexions neuronales activées pendant l'état d'éveil se réactivent (Antony et al., 2012). Autrement dit, pendant le sommeil se produit une réactivation spontanée des connexions neuronales, ce qui signifie que le sommeil contribue au renforcement desdites connexions. En conséquence, l'espacement laisse le temps nécessaire aux processus de renforcement des connexions neuronales pour se mettre en œuvre.

*L'espacement s'inscrit dans le prolongement de la récupération en mémoire, ce qui contribue au renforcement des connexions neuronales lors de chaque séance d'apprentissage et permet donc d'éviter le phénomène d'habituation provoquant une baisse de l'activité cérébrale*

Enfin, une autre raison d'espacer les séances d'apprentissage, étayée par plusieurs études, est que cette manière de faire améliore considérablement l'apprentissage et diminue l'oubli (Callan et al., 2010; Dunlosky et al., 2013 ; Kornell, 2009), c'est-à-dire que les performances de rappel sont meilleures après avoir étudié en espaçant plutôt qu'en regroupant les séances de travail. Une méta-analyse montre d'ailleurs que la taille d'effet moyenne de l'espacement est de 0,71 (Hattie, 2009), ce qui est presque aussi élevé que la récupération en mémoire. Il est important de noter que l'efficacité de l'espacement est observée, quel que soit l'âge des apprenantes et apprenants, que les apprentissages visés soient simples ou complexes et indépendamment du domaine de connaissances (Gerbier et Topino, 2015).

### Comment mettre en œuvre l'espacement ?

Pour mettre en place l'espacement, deux approches complémentaires sont possibles : la distribution et l'entrelacement. Distribuer consiste à travailler plus souvent, mais moins longtemps. Ainsi, les séances de travail sont réparties dans le temps, idéalement sur des jours différents, afin d'exploiter les processus neuronaux de renforcement des apprentissages. Par exemple, il pourrait s'agir de consacrer trois fois 20 minutes (réparties sur quelques jours) au lieu d'y consacrer une seule fois une heure. Il est aussi idéal d'appliquer le principe d'espacement à l'emploi du temps en général, donc d'éviter d'avoir plusieurs périodes successives dédiées à la même matière. En effet, mieux vaut les espacer dans la semaine.

L'entrelacement peut venir compléter la distribution. Elle est pertinente, car d'une part elle tient compte des contraintes de l'emploi du temps et des programmes scolaires et d'autre part c'est une stratégie pertinente pour l'étude personnelle. Il s'agit de subdiviser les périodes de travail afin que chacune couvre différents apprentissages. Ainsi, au sein d'une même séance, il serait possible de travailler, par exemple, les multiplications de fractions et les polygones. De la sorte que chacune des notions abordées bénéficie alors des effets positifs de l'espacement, puisqu'elle est vue

sur deux périodes au lieu d'une seule. Cela peut même se faire au sein d'un même exercice : par exemple en alternant les questions portant sur le calcul de l'aire et celles portant sur le périmètre. L'entrelacement est particulièrement facile à utiliser pour introduire des révisions en parallèle de la découverte de nouveaux contenus, sous forme de brèves questions pendant les exercices et même dans les examens en question bonus.

## Conclusion

En somme, qu'il s'agisse de la récupération en mémoire ou de l'espacement, l'objectif est toujours de renforcer les connexions neuronales associées aux apprentissages. L'activation régulière de ces connexions, à travers des tâches relativement exigeantes, mais pas trop longues, permet de les consolider et donc de renforcer les apprentissages. Deux éléments particulièrement intéressants avec ces deux stratégies sont que leur mise en application ne nécessite pas forcément de grands changements à la planification habituelle des apprentissages et qu'elles sont bénéfiques pour l'ensemble des élèves, quels que soient leurs besoins. Quelques ajustements peuvent suffire pour déjà en voir les bénéfices, comme introduire des quizz pendant les périodes d'exercices ou voir deux contenus sans lien pendant une même période de classe.

## Autrice et auteur



Sophie McMullin  
Doctorante en éducation  
Université du Québec – Montréal  
[mc\\_mullin.sophie@uqam.ca](mailto:mc_mullin.sophie@uqam.ca)



Steve Masson  
Professeur  
Université du Québec – Montréal  
[masson.steve@uqam.ca](mailto:masson.steve@uqam.ca)

## Références

- Adesope, O. O., Trevisan, D. A., & Sundararajan, N. (2017). Rethinking the use of tests: A meta-analysis of practice testing. *Review of Educational Research*, 87(3), 659-701. <https://doi.org/10.3102/0034654316689306>
- Antony, J. W., Gobel, E. W., O'hare, J. K., Reber, P. J., & Paller, K. A. (2012). Cued memory reactivation during sleep influences skill learning. *Nature neuroscience*, 15(8), 1114-1116. <https://doi.org/10.1038/nn.3152>
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Eriksson, J., Kalpouzos, G., & Nyberg, L. (2011). Rewiring the brain with repeated retrieval: a parametric fMRI study of the testing effect. *Neuroscience Letters*, 505(1), 36-40. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.08.061>
- Gerbier, E., & Toppino, T. C. (2015). The effect of distributed practice: Neuroscience, cognition, and education. *Trends in Neuroscience and Education*, 4(3), 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.01.001>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Wiley.
- Karpicke, J. D. et Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772-775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>

- Kornell, N. (2009). Optimising learning using flashcards: Spacing is more effective than cramming. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(9), 1297-1317. <https://doi.org/10.1002/acp.1537>
- Leeming, F. C. (2002). The exam-a-day procedure improves performance in psychology classes. *Teaching of Psychology*, 29(3), 210-212. [https://doi.org/10.1207/S15328023TOP2903\\_06](https://doi.org/10.1207/S15328023TOP2903_06)
- Luo, L. (2021). Architectures of neuronal circuits. *Science*, 373, eabg7285. <https://doi.org/10.1126/science.abg7285>
- Piazza, M., Izard, V., Pinel, P., Le Bihan, D. & Dehaene, S. (2004). Tuning curves for approximate numerosity in the human intraparietal sulcus. *Neuron*, 44(3), 547-555. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.10.014>
- Rasch, B. et Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological Reviews*, 93, 681-766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Smolen, P., Zhang, Y., & Byrne, J. H. (2016). The right time to learn: mechanisms and optimization of spaced learning. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(2), 77-88. <https://doi.org/10.1038/nrn.2015.18>
- Vestergren, P., & Nyberg, L. (2014). Testing alters brain activity during subsequent restudy: evidence for test-potentiated encoding. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.11.001>
- Zaromb, F. M., & Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & Cognition*, 38(8), 995-1008. <https://doi.org/10.3758/MC.38.8.995>