

Éclairage scientifique

La récupération en mémoire

Qu'est-ce que la mémoire ?

La mémoire est un système, ou mieux un ensemble de systèmes qui permet de conserver des informations pour l'avenir. La mémoire est donc au final projetée vers le futur, et son but est de rendre disponibles au moment opportun des informations potentiellement utiles. À ce titre, la mémoire peut être considérée comme faisant partie du processus d'apprentissage, lequel se déroule ainsi en trois étapes : encodage, stockage et récupération.

- L'encodage est le processus initial qui consiste à former une représentation mentale de l'information (récupérée via l'une ou l'autre des modalités sensorielles) dans la mémoire à court terme.
- Le stockage consiste dans la formation d'une trace mnésique durable de l'information encodée (et d'éventuelles informations de contexte qui sont récupérées en même temps). Le stockage fait suite à une phase de consolidation (par exemple, se répéter une information jusqu'à la rendre stable dans notre mémoire). À ce point l'information est solidement établie dans la mémoire à long terme et peut être retenue durablement.
- La récupération est le vrai aboutissement des processus qui précèdent, car elle permet de réutiliser l'information mémorisée, après l'avoir retrouvée. La récupération en mémoire consiste à donc à (essayer de) se souvenir d'une information stockée en mémoire.

Qu'est-ce que la pratique de la récupération en mémoire ?

La récupération en mémoire est pratiquée en classe dans le cadre des évaluations, de la restitution des connaissances à l'oral ou à l'écrit dans un devoir, des examens, de la remobilisation des acquis préalables avant de démarrer le cours... Elle est donc bien connue des enseignants, mais plus souvent utilisée à des fins d'appréciation des connaissances des élèves qu'en tant que stratégie favorisant l'apprentissage.

Que dit la recherche à propos des effets de la récupération en mémoire ?

Les psychologues connaissent depuis longtemps les effets de la récupération en mémoire sur l'apprentissage. En laboratoire ils se manifestent, même si on ne le voudrait pas, sous forme d'un « effet test » : lorsqu'un sujet participe à une expérience, le simple fait de passer un test initial induit un apprentissage des tâches testées ; ceci oblige les chercheurs à mettre en place des groupes de contrôle qui passent les mêmes tests pour s'assurer que l'intervention proposée après le test a un effet réel en plus et en dehors de « l'effet test ».

La recherche expérimentale sur l'apprentissage a confirmé que la pratique de la récupération en mémoire des connaissances, des concepts, des compétences étudiés favorise l'apprentissage, et notamment favorise la construction d'un apprentissage durable (rétention) et la capacité de récupérer les informations récupérées en mémoire (récupération) (Adesope et al. 2017, Eisenkraemer et al. 2013).

- La pratique de la récupération en mémoire via des tests a été comparée en particulier avec la pratique qui consiste à se réexposer au même matériel à apprendre et c'est la première qui s'est révélée significativement plus efficace (Rowland 2014).
- Pour cette raison, la pratique du test est suggérée comme méthode d'apprentissage et de révision, en alternative à la multiplication des relectures d'un texte à apprendre. Il ne s'agit donc pas uniquement de proposer des tests en fin d'apprentissage, mais également de former les élèves à s'autotester pendant leur travail en autonomie, lorsqu'ils étudient du nouveau matériel ou le révisent (Perry et al. 2021).
- Les études montrent que, pour une même quantité de temps passée à relire ou à récupérer activement un souvenir en mémoire, c'est cette dernière qui produit un effet plus positif et durable sur la mémorisation et la capacité à retrouver un souvenir en mémoire à distance de temps (McDaniel et al. 2007, Roediger et al. 2011, Roediger & Karpicke 2006 a, b).
- L'effet test repose sur une base empirique solide - les expériences qui en montrent l'efficacité ayant été répétées à plusieurs reprises et dans des situations d'apprentissage différentes, avec des apprenants de différents âges et pour différentes formes de contenu (Perry et al. 2021).

Petit exemple issu de la recherche

En 2005 un groupe de chercheurs a proposé au directeur d'un collège de tester... l'effet test (McDaniel et al. 2007). Pendant 1 an et demi, les chercheurs se sont adaptés aux programmes et aux manuels scolaires et ont proposé à tous les élèves des quiz permettant de tester de façon rapide (quelques minutes seulement), à la fin de chaque leçon, les contenus présentés par l'enseignant, plus un test le jour précédent un contrôle. Les tests n'étaient pas notés. Un feedback immédiat était donné concernant les réponses correctes au quiz. En réalité, seulement un tiers des contenus expliqués et étudiés étaient testés de cette manière. Une partie des contenus était répétée sous forme d'affirmation (et non de question) lors de ces mêmes quiz. Une autre partie ne l'était pas. Résultat : les étudiants obtiennent de meilleurs résultats aux contrôles pour les contenus qui ont été « quizzés », par rapport aux contenus auxquels ils n'ont pas été réexposés et aussi par rapport à ceux auxquels ils ont été réexposés mais sans avoir à répondre à une question. Les mêmes résultats ont été obtenus dans des expériences semblables avec des étudiants de lycée, et les effets positifs ont été mesurés 8 mois après l'apprentissage avec test, et avec des étudiants universitaires (Roediger et al. 2011).

Est-ce que l'effet test a été mesuré aussi dans le domaine de l'éducation aux sciences ?

L'effet test a été mesuré dans une grande variété de domaines disciplinaires, y compris dans le cadre de cours de sciences auprès d'élèves de collège.

Une étude concernant l'enseignement des sciences, a mesuré l'effet de proposer des petits quiz (QCM, présentés via un système de *clickers* ou boîtiers de vote) concernant le contenu du cours (McDaniel et al. 2011). La mesure était représentée par le succès à une évaluation sommative finale, mais aussi par rapport aux examens de fin d'année (9 mois plus tard). Les élèves ont utilisé le petit quiz à trois reprises : avant le cours donné par le professeur, immédiatement après le cours et immédiatement avant l'évaluation sommative. Le quiz était suivi d'un feedback. Les résultats montrent que la pratique du quiz améliore significativement les résultats aux examens, même à long-terme. Un seul quiz proposé après le cours ou avant l'examen suffit à produire un effet positif significatif sur les résultats à l'examen.

Quel mécanisme explique l'effet positif de récupération active sur la mémoire ?

Le mécanisme théorique le plus souvent évoqué pour expliquer l'effet test fait référence au fait que la récupération en mémoire, notamment lorsqu'elle est pratiquée de façon répétée et espacée aide à consolider les représentations (renforce les connexions neuronales qui conduisent à une certaine représentation) et à multiplier les voies d'accès, et donc de récupération vers ces mêmes représentations.

Non seulement la mémoire est consolidée, mais elle augmente la probabilité de retrouver la représentation en mémoire au moment où on en aura besoin.

Faut-il (se) tester avant l'apprentissage ?

Certaines études ont cherché à vérifier si l'effet test ne serait pas présent aussi dans le cas où le test est proposé avant le cours.

A ce jour, cet effet reste débattu (Latimer et al. 2019). Cependant le préquestionnement sur les connaissances requises pour le cours à suivre peut avoir pour effet de rafraîchir la mémoire des élèves et, pour l'enseignant, lui permettre de détecter si des prérequis ne sont pas acquis.

Proposer des questions concernant les contenus du cours permettrait aussi de pointer l'attention des élèves sur les connaissances et les compétences qu'ils seront amenés à développer.

Pour l'enseignant, comme pour les élèves, la même évaluation réalisée avant et après la séance permet de vérifier l'état d'avancement de la classe en termes de connaissances et de compétences en vertu du travail effectué.

Quelle place pour la récupération en mémoire à l'école ?

La récupération en mémoire trouve toute sa place dans le cadre de l'évaluation formative.

L'évaluation permet de mettre ses connaissances à l'épreuve, mais, typiquement, elle est conçue comme une pratique qui vise à valider, ou à certifier l'acquisition d'une capacité ou connaissance. En réalité, ceux-ci ne sont que deux aspects de l'évaluation, souvent appelés « évaluation sommative » et « évaluation certifiante ». A ces deux formes d'évaluation s'ajoute celle dite « formative » qui a pour but de faciliter les apprentissages. L'évaluation formative (au moyen d'exercices, questionnaires à réponses fermées ou ouvertes, etc.) a fait l'objet de nombreuses études empiriques qui ont montré que se tester sur le matériel appris est plus efficace par rapport à d'autres formes de révision communément utilisées pour favoriser la rétention en mémoire et la récupération.

Est-ce que les tests peuvent augmenter l'anxiété des élèves ?

Une objection possible, et raisonnable, au recours systématique aux tests d'évaluation concerne la possibilité que celui-ci induise de l'anxiété chez les élèves. Un résultat positif sur l'apprentissage serait ainsi accompagné d'un effet négatif sur le bien-être. Une enquête suggère, au contraire, que la pratique systématique, sur l'année, de tests formatifs administrés via *clickers* (boîtiers de vote) réduit l'anxiété face aux examens pour une majorité des élèves (niveau collège et lycée) américains impliqués, à condition que ces tests soient sans enjeu sommatif ou à très faible enjeu (Agarwal et al. 2014).

Est-ce que l'effet test se limite à un apprentissage par cœur ?

Si l'effet test se limitait à un apprentissage par cœur, il serait limité à des apprentissages où l'élève ne doit pas se montrer capable d'utiliser les connaissances acquises dans un nouveau contexte, donc de les transférer. Or, bien que la relation entre effet test et transfert fasse encore l'objet de recherche, les résultats disponibles montrent que la pratique de la récupération en mémoire a des effets positifs aussi bien sur la récupération en mémoire que sur le transfert des connaissances. Il est raisonnable de penser que ceci sera d'autant plus vrai que les tests seront conçus pour vérifier l'acquisition de connaissances de haut niveau, complexes, susceptibles de s'appliquer à différentes situations, comme c'est le cas pour les exercices usuellement proposés.

Est-ce que l'effet test ne serait réservé qu'aux élèves cognitivement plus performants ?

Une étude a évalué la relation entre effet test et performances cognitives, mesurées à travers des tests psychométriques, et mis en évidence que cet effet est valable pour tous les élèves (Jonsson et al. 2021).

Est-ce que les QCM sont susceptibles de faire apprendre une mauvaise réponse ?

En effet, être exposé à une réponse erronée augmente les chances de la mémoriser. Cependant, la présence de feedback permet de corriger les erreurs et donc de limiter le problème de l'apprentissage de l'erreur (Butler & Roediger 2008).

Si la réponse correcte a été choisie, mais le sujet s'en montre peu confiant, la présence de feedback a pour effet de renforcer aussi la confiance dans la réponse correcte, donc de corriger celle qui, dans ce cas, est une erreur métacognitive, une erreur dans l'évaluation de sa propre performance cognitive.

Est-ce que proposer des tests est toujours également efficace ?

L'impact de l'effet test peut varier selon le type de test, la temporalité, la difficulté du test qui est proposée, et la présence de feedback. La pratique de récupération est d'autant plus efficace que :

- un mélange de différents types de tests d'entraînement est proposé (choix multiples + réponses courtes ou rappel libre). Cependant, un simple QCM est suffisant à produire un effet positif ;
- un feedback est donné pendant la pratique ;
- la pratique de récupération est plus exigeante, au sens de présenter un niveau désirable de difficulté ;
- la pratique de récupération en mémoire est répétée et espacée et l'intervalle avant l'évaluation finale est suffisamment long sans être trop éloigné de la phase d'apprentissage (entre un jour et un mois). Ceci n'implique pas de renoncer à la révision la veille d'un contrôle ou d'un examen, car cette dernière procure un avantage certain. Il s'agit plutôt d'espacer les séances de révision ET de réviser la veille de l'échéance.

Combinaison de différents types de tests

- Les questions ouvertes consistent à produire une courte réponse, alors que les QCM reposent sur la reconnaissance de la réponse correcte.
- Certaines études conduites en laboratoire tendent à montrer des effets plus importants pour les réponses ouvertes (ex. Rawson & Zamali 2019 ; voir aussi : Adesope et al. 2017, Agarwal et al. 2021). L'effort demandé par la production d'une réponse est supérieur à celui qu'implique le fait de reconnaître la bonne réponse et ceci pourrait justifier leur supériorité.
- Néanmoins, et même si les QCM seuls induisent un effet inférieur, le gain en temps de passation et de correction peut permettre d'en faire plus, plus souvent, et ils ne sont donc pas à délaissier.
- Il est donc souvent recommandé d'utiliser l'activité de récupération disponible la plus pratique aussi bien pour les enseignants que pour les élèves (McDermott et al. 2014, Agarwal et al. 2014).

Fournir un feedback

Le feedback est une information fournie par un agent concernant certains aspects de la performance ou de la compréhension d'une autre personne. Donner un feedback à l'élève permet de corriger ses erreurs, y compris ses erreurs métacognitives : la sensation d'avoir appris quelque chose alors que ce n'est pas le cas, ou celle de manque de confiance alors que la réponse donnée est correcte.

Le feedback permet donc de compléter l'effet test grâce à cet effet de correction et les études concernant l'effet test montrent que celui-ci est plus important en présence de feedback (Butler et al. 2008).

Donner un feedback en relation avec l'évaluation est donc important ; mais pas n'importe quel feedback.

En effet, les effets du feedback dépendent du type, temporalité et contenu du feedback. Notamment le feedback correctif et riche d'informations se montre efficace, alors que les seules scores ou notes à un test sont un feedback insuffisant, les élèves ayant besoin d'avoir un retour sur leur réponse à chaque question, et encore mieux une explication de leur erreur et de la bonne réponse.

Un feedback riche d'informations contient des informations sur la tâche, le processus et (parfois) le niveau d'autorégulation. Il aide donc non seulement à comprendre quelles erreurs les élèves ont commises, mais aussi pourquoi ils ont fait ces erreurs et ce qu'ils peuvent faire pour l'éviter la prochaine fois.

Pratique de la récupération en mémoire avec difficulté désirable

Un problème auquel tous les apprenants sont confrontés est celui de l'illusion d'avoir appris ou compris quelque chose. En effet, nos impressions subjectives d'apprentissage ne sont pas nécessairement correctes. Il s'agit d'une erreur métacognitive, une erreur optimiste dans ce cas, car on surestime notre situation cognitive et par là on fait une prédiction erronée sur ce qu'on sera capable de faire dans le futur (se rappeler le concept étudié, le réutiliser à bon escient).

La sensation (parfois illusoire) d'avoir appris ou compris dépend en partie de la facilité avec laquelle nous accédons à son souvenir en mémoire. Ainsi par exemple, si nous lisons un texte deux fois, tout de suite après nous avons l'impression de l'avoir appris parce que le souvenir nous revient facilement. Le sentiment de familiarité et de facilité d'accès sont des signaux utilisés, implicitement, par notre cerveau pour évaluer la confiance que nous avons dans le fait d'avoir effectivement appris quelque chose. Dans beaucoup de cas ce sentiment correspond à la réalité, mais pas toujours et justement certaines expériences (comme la réexposition) rendent ce sentiment peu fiable.

- De façon générale, les conditions qui permettent d'améliorer rapidement les performances nous donnent un sentiment immédiat de succès dans l'apprentissage mais en réalité ne favorisent pas la rétention et le transfert à long terme.
- Au contraire, les expériences conduites en laboratoire mais aussi dans des conditions écologiques d'apprentissage montrent que ce sont les conditions qui créent des défis et ralentissent le rythme de l'apprentissage qui optimisent souvent la rétention et le transfert à long terme. Il est donc suggéré d'introduire des difficultés, mais des difficultés à un degré désirable, non excessif, dans l'apprentissage (Bjork & Bjork 2011, 2020).
- Le fait de se tester, plutôt que de relire un texte, fait partie de ces difficultés désirables, tout comme le fait d'espacer les épisodes de récupération ou d'étude (Butler et al. 2008). De même,

le fait de générer une réponse plutôt que de reconnaître la réponse correcte génère de la difficulté.

- Le fait de varier les contextes de récupération en mémoire constitue aussi une difficulté désirable, qui va en plus faciliter le transfert. Pour qu'une difficulté soit désirable, il faut que l'élève ait les capacités et les connaissances nécessaires pour la dépasser. Ceci signifie que le degré de difficulté désirable ne sera pas le même pour tous les élèves, mais variera avec leurs connaissances.

Pratique répétée et espacée de la récupération en mémoire

A court terme, se focaliser sur un apprentissage spécifique (pratique massée) permet d'obtenir des bénéfices rapides, ce qui peut aussi expliquer la popularité de cette technique d'étude.

Cependant, lorsque l'objectif est celui de la mémorisation à long terme, la pratique espacée et variée se montre plus efficace que la pratique concentrée (Carpenter et al. 2012, Cepeda et al. 2006). Pratique espacée signifie :

- proposer de revisiter un même contenu de façon programmée plutôt que de le traiter en une seule séance et ne pas y revenir ensuite ;
- alterner en les séquençant les sessions de pratique d'un concept ou compétences avec celles d'autres concepts et compétences liés. Par exemple, alterner différents types de problème sur un même sujet mathématique. Dans ce cas on parle d'"entremêlement" ou de pratique intercalée (*interleaving* en anglais). A différence de la pratique espacée qui a lieu dans une même séance mais avec des contenus distants, ici les contenus présentés sont liés et l'enseignant pointe les similitudes et différences entre ces contenus. Ce type de pratique a cependant été testée uniquement dans le cas des enseignements de mathématiques - par exemple, faire pratiquer pendant une séance les fractions en variant les numérateurs et dénominateurs de manière à faire ressortir les similitudes et les différences. Il est donc délicat à partir de ces données de généraliser à d'autres disciplines et contenus.

Pourquoi la pratique espacée serait-elle efficace ?

La raison pour laquelle la pratique espacée pourrait être efficace est liée au fonctionnement de la mémoire à long terme, qui demande, en plus d'un processus d'encodage de l'information, un processus de consolidation pendant lequel les traces formées en mémoire sont renforcées, acquièrent une nouvelle signification et entrent en relation avec d'autres traces. Ce processus prend du temps et pourrait être facilité par l'effort qui est demandé afin de se rappeler de contenus qui commencent à s'effacer dans la mémoire.

De combien les différents épisodes de récupération en mémoire doivent-ils être espacés ?

Il n'existe pas une mesure exacte de l'espacement nécessaire et suffisant à faire respecter entre deux pratiques ou entre pratique et récupération. Il s'agit de permettre à l'élève d'oublier un peu entre un épisode de récupération et un autre... mais pas trop.

Entre un jour et un mois est un intervalle qu'on retrouve en littérature. Cependant, la littérature ne nous donne aucune réponse claire et généralisable sur cette question.

Est-ce qu'il faut progressivement augmenter la distance temporelle entre ces épisodes ?

La littérature scientifique existante ne permet pas de trancher à ce sujet : l'espacement croissant se montrant plus efficace dans certains cas par rapport à celui uniforme ou décroissant, mais ce résultat variant beaucoup d'une étude à une autre au point où il est impossible de décréter sa supériorité.

A présent, la pratique espacée fait donc partie des stratégies considérées comme efficaces, mais en même temps les modalités optimales de sa mise en pratique sont encore à identifier.

Références

Synthèses

- 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.
- Agarwal, P. K., Nunes, L. D., & Blunt, J. R. (2021). Retrieval practice consistently benefits student learning: A systematic review of applied research in schools and classrooms. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1409-1453.
- Eisenkraemer, R. E., Jaeger, A., & Stein, L. M. (2013). A systematic review of the testing effect in learning. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 23, 397-406.
- Fazio, L. K., & Marsh, E. J. (2019). Retrieval-based learning in children. *Current Directions in Psychological Science*, 28(2), 111-116.
- Latimier, A., Riegert, A., Peyre, H., Ly, S. T., Casati, R., & Ramus, F. (2019). Does pre-testing promote better retention than post-testing? *Npj Science of Learning*, 4(1), 1-7.
- McDermott, K. B. (2021). Practicing retrieval facilitates learning. *Annual Review of Psychology*, 72, 609-633.
- Pan, S. C., & Rickard, T. C. (2018). Transfer of test-enhanced learning: Meta-analytic review and synthesis. *Psychological bulletin*, 144(7), 710.
- Perry, T., Lea, R., Jørgensen, C. R., Cordingley, P., Shapiro, K., & Youdell, D. (2021). Cognitive science in the classroom. London: Education Endowment Foundation (EEF). Accessed, 16.
- Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: a meta-analytic review of the testing effect. *Psychological bulletin*, 140(6), 1432.
- Yang, C., Luo, L., Vadillo, M. A., Yu, R., & Shanks, D. R. (2021). Testing (quizzing) boosts classroom learning: A systematic and meta-analytic review. *Psychological bulletin*, 147(4), 399.
- Yang, C., Potts, R., & Shanks, D. R. (2018). Enhancing learning and retrieval of new information: a review of the forward testing effect. *NPJ science of learning*, 3(1), 8.

Livres

- Brown, P. C., Roediger, H. L., & McDaniel, M. A. (2016). *Mets-toi ça dans la tête!: les stratégies d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives* (p. 1). Éditions Markus Haller.
- Hattie, J., & Clarke, S. (2018). *Visible learning: feedback*. Routledge.

Articles

- Agarwal, P. K., D'Antonio, L., Roediger III, H. L., McDermott, K. B., & McDaniel, M. A. (2014). Classroom-based programs of retrieval practice reduce middle school and high school students' test anxiety. *Journal of applied research in memory and cognition*, 3(3), 131-139.
- Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society*, 2(59-68).
- Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (2020). Desirable difficulties in theory and practice. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(4), 475.
- Brame, C. (2013) Writing good multiple choice test questions. Retrieved [1/9/2022] from <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/writing-good-multiple-choice-test-questions/>.
- Butler, A. C., Karpicke, J. D., & Roediger III, H. L. (2008). Correcting a metacognitive error: feedback increases retention of low-confidence correct responses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), 918.

- Butler, A.C., & Roediger, H. L., III. (2008). Feedback enhances the positive effects and reduces the negative effects of multiple-choice testing. *Memory & Cognition*, 36 (3), 604-616 **utler**
- Butler, A. C. (2018). Multiple-choice testing in education: Are the best practices for assessment also good for learning? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 7(3), 323–331.
- Carpenter, S. K., Cepeda, N. J., Rohrer, D., Kang, S. H., & Pashler, H. (2012). Using spacing to enhance diverse forms of learning: Review of recent research and implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 24(3), 369-378.
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological bulletin*, 132(3), 354.
- Van Eersel, G. G., Verkoeijen, P. P., Povilenaite, M., & Rikers, R. (2016). The testing effect and far transfer: The role of exposure to key information. *Frontiers in Psychology*, 7, 1977.
- Horvath, J. C., Lodge, J. M., & Hattie, J. (Eds.). (2016). *From the laboratory to the classroom: Translating science of learning for teachers*. Routledge.
- Jonsson, B., Wiklund-Hörnqvist, C., Stenlund, T., Andersson, M., & Nyberg, L. (2021). A learning method for all: The testing effect is independent of cognitive ability. *Journal of Educational Psychology*, 113(5), 972.
- McDaniel, M. A., Agarwal, P. K., Huelser, B. J., McDermott, K. B., & Roediger III, H. L. (2011). Test-enhanced learning in a middle school science classroom: The effects of quiz frequency and placement. *Journal of Educational Psychology*, 103(2), 399.
- McDaniel, M. A., Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (2007). Generalizing test-enhanced learning from the laboratory to the classroom. *Psychonomic bulletin & review*, 14(2), 200-206.
- McDermott, K. B., Agarwal, P. K., D'Antonio, L., Roediger III, H. L., & McDaniel, M. A. (2014). Both multiple-choice and short-answer quizzes enhance later exam performance in middle and high school classes. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 20(1), 3.
- Rawson, K. A., & Zangwill, A. (2019). Why is free recall practice more effective than recognition practice for enhancing memory? Evaluating the relational processing hypothesis. *Journal of Memory and Language*, 105, 141–152.
- Roediger III, H. L., Agarwal, P. K., McDaniel, M. A., & McDermott, K. B. (2011). Test-enhanced learning in the classroom: long-term improvements from quizzing. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17(4), 382.
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on psychological science*, 1(3), 181-210.
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249-255.
- Weinstein, Y., Madan, C. R., & Sumeracki, M. A. (2018). Teaching the science of learning. *Cognitive research: principles and implications*, 3(1), 1-17.

Auteurs

Elena PASQUINELLI

Relecture scientifique

Relecture scientifique par Franck RAMUS, directeur de recherches au CNRS. Franck Ramus travaille au Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique, Département d'Études Cognitives, École Normale Supérieure de Paris, au sein duquel je dirige l'équipe "Développement cognitif et pathologie". Il est également membre du Conseil Scientifique de l'Éducation Nationale. Il étudie les différences individuelles dans le développement cognitif et dans les apprentissages scolaires, leurs bases cognitives et cérébrales, et les facteurs génétiques et environnementaux sous-jacents.

Date de publication

Mai 2024

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org www.fondation-lamap.org

 **FONDATION**
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE