



# Les piliers de l'apprentissage durable

Livre vert  
Octobre 2018



Didask

# Sommaire



## Préface

1.

### Introduction : Notre parti pris scientifique

2.

### Les piliers pour construire une nouvelle compétence

Pilier n°1 : Le cerveau a besoin d'apprendre par essai erreur

Pilier n°2 : Le cerveau a besoin de mots et d'images

Pilier n°3 : Le cerveau ne peut pas traiter trop d'informations à la fois

Pilier n°4 : Le cerveau a besoin d'une attention focalisée

3.

### Les piliers pour développer des automatismes

Pilier n°5 : Le cerveau a besoin de retrouver de mémoire ce qu'il a appris

Pilier n°6 : Le cerveau a (parfois) besoin de raccourcis mentaux

Pilier n°7 : Le cerveau a besoin d'être mis en difficulté

Pilier n°8 : Le cerveau a besoin de temps

## À propos de Didask

# Préface

## Pour un apprentissage durable

Dans un monde qui change constamment, nous expliquent-on, la compétence la plus essentielle à acquérir est d'apprendre à apprendre. Pourtant, si l'on s'accorde de plus en plus sur l'importance de l'apprentissage tout au long de la vie, la façon dont on devrait apprendre est loin de faire consensus. Apprendre par les pairs, par le projet, par l'exploration... Apprendre grâce au Big Data, à la classe inversée, à la réalité virtuelle... Pour qui se questionne sur sa pratique ou sa stratégie de formation, il y a de quoi s'y perdre tant les possibilités sont nombreuses.

Cette profusion de moyens est si dense qu'elle nous fait parfois oublier la fin : comment permettre à tous d'apprendre efficacement et de développer de nouvelles compétences?

Face à ce constat, nous avons voulu revenir aux fondamentaux. Avant de nous questionner sur le choix d'outils technologiques, nous nous sommes demandés ce qui fait que le cerveau humain apprend. Pour cela, nous avons exploré les décennies de recherches en sciences cognitives pour en extraire les piliers de l'apprentissage durable. Ce sont eux que nous vous présentons aujourd'hui.

Que vous soyez formateur, enseignant, ou tout simplement curieux, nous vous dévoilons tout ce dont votre cerveau a besoin pour un apprentissage réussi, et comment appliquer ces principes dans votre métier comme dans la vie de tous les jours.

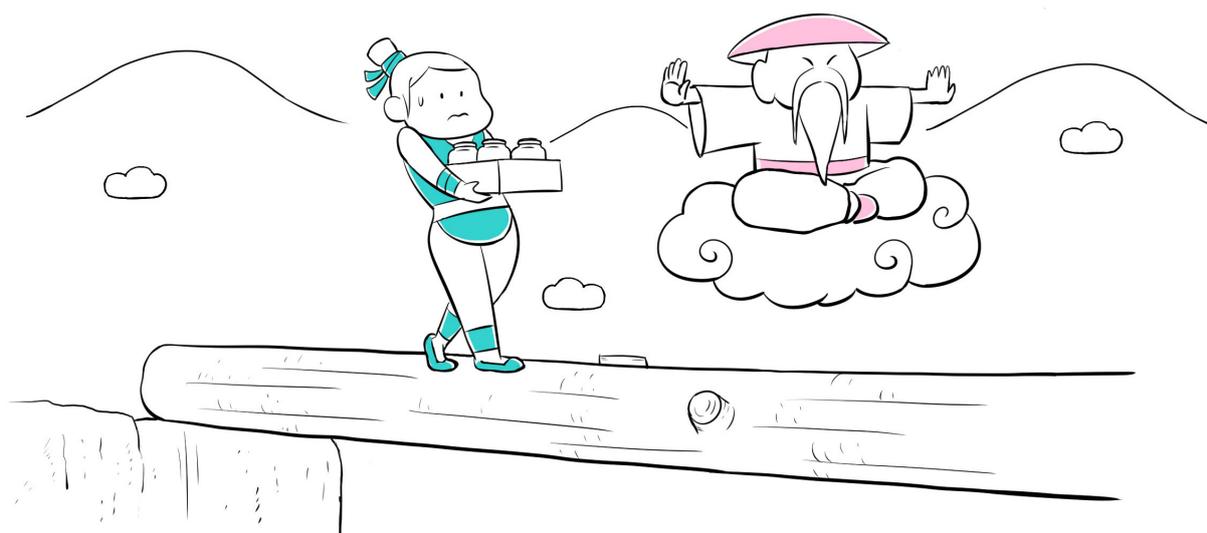
Nous vous souhaitons une excellente lecture !



**Son Thierry Ly**

**CEO, Didask**

Chercheur en économie de l'éducation  
Expert en pédagogie



# Introduction :

## Notre parti pris scientifique



Même s'il est d'usage de dire que "nous apprenons tous différemment", nous avons plus de ressemblances que de différences. Ces ressemblances ont été mises en valeur par plusieurs travaux scientifiques, que nous sommes allés chercher dans le domaine de **la psychologie expérimentale**.

### POURQUOI LA PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE PLUTÔT QUE LES NEUROSCIENCES ?

La psychologie expérimentale appartient à la grande famille des sciences cognitives qui ont pour vocation d'étudier les grandes fonctions du raisonnement humain.

Bien que **les neurosciences** soient en vogue, nous avons fait le choix de ne pas les explorer plus que nécessaire pour plusieurs raisons :

- les mesures que l'on obtient par les méthodes de neuroimagerie sont **difficiles à interpréter**. L'apprentissage est parfois associé à une augmentation de l'activité cérébrale (un réseau plus vaste est recruté pour résoudre une tâche), parfois à une diminution de l'activité cérébrale (moins d'énergie est utilisée pour atteindre une performance égale). Il est donc

difficile de tirer des conclusions claires des données observées.

- ces études sont coûteuses du fait des frais de location d'équipements sophistiqués. Par conséquent, **le nombre de participants à ces études est restreint**, et **les études sont peu répliquées**.

Pour répondre à notre questionnement sur l'efficacité pédagogique, nous avons privilégié les études **de psychologie expérimentale** qui sont :

- plus lisibles : on sait mieux les interpréter.
- plus diversifiées : on les a répliquées dans davantage de contextes différents.

### POURQUOI CES PILIERS ET PAS D'AUTRES ?

Bien sûr, nos piliers ne sont pas exhaustifs : la littérature scientifique est si riche qu'il nous a fallu faire des choix. Notre choix n°1 a été de ne garder que des éléments éprouvés par une méthodologie rigoureuse. En effet, si de l'extérieur les "études scientifiques" semblent toutes très sérieuses, elles n'ont pas forcément la même robustesse. Celles que nous avons choisies à l'origine de nos fondamentaux ont les propriétés suivantes :

- elles évaluent **l'efficacité d'une méthode pédagogique en la comparant toujours à une autre méthode** : l'humain apprend quoi qu'on lui présente. Il faut s'assurer que la méthode permette non pas d'apprendre, mais bien d'apprendre mieux.
- elles évaluent l'apprentissage avec des **mesures de performance et non**

**des questionnaires sur le ressenti** des apprenants. Comme nous le verrons dans ce livre vert, nos sensations sont parfois source d'illusion, et les apprenants peuvent avoir un ressenti positif sans pour autant avoir réellement progressé dans leur apprentissage.

- elles utilisent des **méthodes statistiques robustes** pour analyser leurs données. En effet, plusieurs sources peuvent ajouter du "bruit" dans la mesure : la variabilité individuelle des sujets, le nombre de mesures utilisées pour estimer leur niveau de performance, le moment de la journée où l'étude a été réalisée, la sympathie de l'expérimentateur, etc.

On ne peut donc pas simplement comparer les moyennes avant et après entraînement pour savoir quelle méthode est la meilleure et conclure "la méthode A mène à des performances supérieures de 24% à la méthode B", car cette supériorité peut éventuellement être due à ce bruit.

- **elles ont été répliquées par d'autres chercheurs** dans d'autres laboratoires : la supériorité d'une méthode constatée par une équipe de recherche pouvant parfois être due à des facteurs contingents, plusieurs études sont nécessaires pour obtenir un bon niveau de certitude.

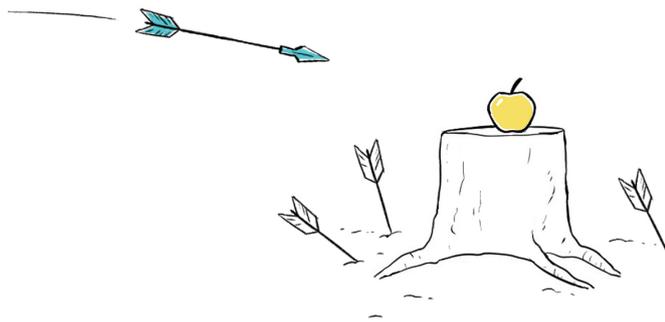
Si dans ce livrable nous ne vous présentons qu'une étude à chaque pilier, celle-ci est toujours soutenue par plusieurs autres études qui rapportent des effets similaires, voire par des méta-analyses : des études d'études qui

mesurent la stabilité de l'effet d'une méthode à travers différents protocoles.

Bien qu'elles paraissent exigeantes, ces propriétés sont en réalité le standard minimum d'une étude de qualité : sans elles, il n'est pas possible d'être sûr de ce que l'on dit. Et quand on doit répondre à des besoins critiques comme l'apprentissage, il est nécessaire de montrer des gages de sérieux.

Le sérieux ne doit cependant pas éclipser l'accessibilité, c'est pourquoi nous avons écrit ce livre vert en utilisant une histoire, des images, des métaphores, des exemples... bref, tout ce qui peut soutenir un meilleur apprentissage.

## Les huit piliers de l'apprentissage



Être compétent, c'est être à la fois **précis et rapide**. Par exemple, un bon serveur dans un restaurant est capable non seulement de prendre correctement votre commande, mais aussi de jongler rapidement entre les commandes de plusieurs tables sans se tromper.

Pour développer une compétence, vous devez d'abord être capable de **comprendre et appliquer la bonne stratégie** pour résoudre un problème ou accomplir une tâche : ainsi, si 2 kilos de pommes coûtent 10 euros et que je veux savoir combien coûtent 1,5 kilo de pommes, je sais qu'il faut faire un produit en croix, c'est-à-dire multiplier 10 par 1,5 puis diviser par 2.

Ensuite, **cette stratégie doit devenir un automatisme**. Si on me pose d'autres problèmes qui demandent de faire un produit en croix, j'appliquerai la bonne méthode de plus en plus rapidement, jusqu'à ce que cela ne me demande plus d'effort particulier.

Si ces deux processus vont nécessairement ensemble, par souci de clarté, nous avons séparé nos fondamentaux de l'apprentissage en deux grandes parties, selon qu'ils favorisent plutôt le développement ou l'automatisation des compétences.

**ON COMMENCE ?**

# 1

## Les piliers pour construire une nouvelle compétence

### Question d'introduction

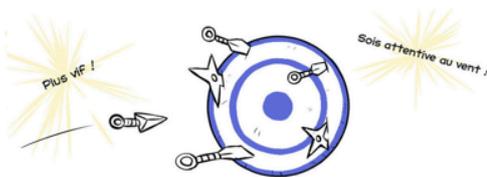
A votre avis, parmi les méthodes d'apprentissage suivantes, quelles sont celles qui font le moins débat dans la recherche expérimentale en psychologie cognitive ?

- Relire régulièrement les contenus pour consolider les connaissances en mémoire
- Découper l'apprentissage selon son niveau préalable
- Focaliser l'attention à chaque instant sur les informations pertinentes
- Utiliser des représentations picturales (schémas, illustrations, etc.) en plus des mots
- Apprendre par essai-erreur pour recevoir des feedbacks nombreux et variés tout au long de l'apprentissage
- Apprendre sur un format personnalisé selon son profil d'apprenant (auditif, visuel, etc.)

Les réponses à cette question se trouvent dans notre première série de piliers : retrouvez-à partir de la page suivante !

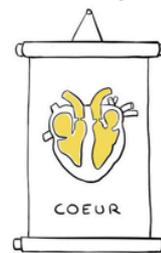
#### Pilier 1 :

Des essais, des erreurs, du feedback



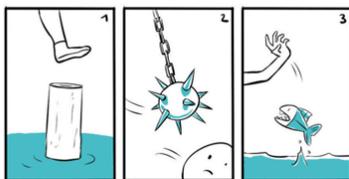
#### Pilier 2 :

Des mots et des images



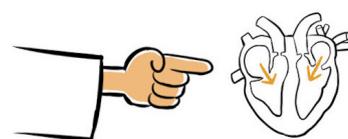
#### Pilier 3 :

Une charge cognitive soutenable

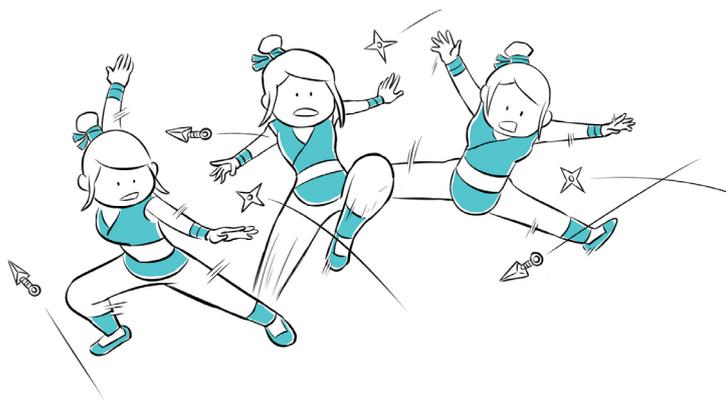


#### Pilier 4 :

Une attention focalisée



# Pilier n°1 : Le cerveau a besoin d'apprendre par essai-erreur



Vous devez expliquer à votre nouveau collègue comment fonctionne le système informatique de votre boîte. Pédagogue de nature, vous faites tout ce qu'il faut pour faciliter sa compréhension. Votre collègue vous remercie chaudement pour votre présentation magistrale : grâce à vous, il a tout saisi en à peine cinq minutes. Pris de doute, vous lui demandez de vous résumer en quelques mots ce qu'il a retenu. et découvrez soudain un énorme contresens sur la toute première notion que vous aviez introduite. Ce phénomène bien connu des cognitivistes est l'illusion de maîtrise.

Pour vaincre l'illusion de maîtrise, le cerveau a un besoin fondamental : se confronter à un retour d'expérience. C'est ce qu'on appelle **l'apprentissage par essai-erreur**. Ce **pilier de l'apprentissage** est à la fois l'un des plus reconnus dans la recherche et l'un des plus méconnus du grand public. En effet, malgré le consensus sur l'efficacité de l'apprentissage par essai-erreur, **cette méthode est souvent négligée aussi bien par les formateurs que par les apprenants**.

Apprendre par **essai et erreur** consiste à manipuler dans votre tête l'information que vous venez de recevoir, à mettre votre cerveau en situation de test, puis à vous corriger. Par exemple, pour mieux comprendre la différence entre un actif et un passif comptable, plutôt que de relire une énième fois la définition de ces termes, prenez des exemples concrets de transactions, demandez-vous dans quelle catégorie les faire rentrer, puis vérifiez si vous vous êtes trompé et pourquoi. **Questionnaire, résolution de cas pratiques...** les opportunités pour apprendre par essai et erreur ne manquent pas.

## L'APPRENTISSAGE PAR ESSAI-ERREUR, OU COMMENT LE FEEDBACK NOUS PRÉSERVE DE L'ILLUSION DE MAÎTRISE

D'où vient l'efficacité de cette méthode ? Lorsque l'apprenant n'a pas l'occasion de mobiliser les notions qu'il vient de voir, il peut difficilement savoir où il en est. Il n'est d'ailleurs pas rare qu'il croie connaître une notion qu'il sera en réalité incapable de mobiliser lorsqu'il en aura besoin : **souvent, les concepts superficiellement simples à comprendre** (comme la règle de trois) **nous posent plus de problèmes que prévu au moment de les mettre en pratique** (par exemple, les apprentis infirmiers peuvent avoir du mal à appliquer correctement la règle de trois lorsqu'ils doivent calculer des doses à administrer).

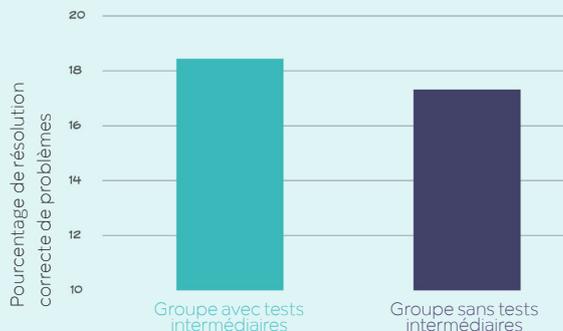
A l'inverse, lorsqu'il doit mettre son cerveau en action, l'apprenant peut **voir ce qu'il sait... et ce qu'il ne sait pas**. Il sort donc de l'illusion de maîtrise, état dans lequel nous ignorons notre ignorance, et peut ensuite **ajuster sa stratégie d'apprentissage en fonction de ses besoins**. Lorsque l'on apprend par essai-erreur, il est crucial d'avoir un retour fin sur ce que l'on fait pour pouvoir progresser efficacement (2). Sans ce **feedback précis**, nous risquons de commettre la même erreur la prochaine fois.

DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.



### Voici l'une d'entre elles :

Une étude a comparé deux groupes de 35 lycéens iraniens qui suivaient le programme classique de leur école. Pendant un semestre entier, la moitié a dû se mettre en action grâce à de brefs questionnaires administrés chaque semaine, tandis que l'autre moitié n'a pas eu de test à réaliser.



Lors d'un examen proposé aux deux groupes en fin de semestre, les membres du groupe avec les tests hebdomadaires ont obtenu de meilleurs résultats en moyenne que les membres de l'autre groupe. Ce résultat significatif, loin d'être une exception, a été répliqué dans de nombreux contextes différents au cours des dernières décennies.

## POUR RETROUVER VOTRE CHEMIN, COMMENCEZ PAR LE CHERCHER

Pour prendre la métaphore de la mémoire comme une forêt, où chaque chemin correspondrait à une notion bien apprise, ancrer une notion sans se mettre en action revient en quelque sorte à mémoriser un chemin en se contentant de suivre une carte de la forêt.

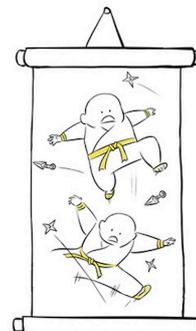
Pour éprouver activement vos connaissances, mieux vaut parcourir la forêt et essayer de retrouver le chemin par vous-mêmes après un bref coup d'œil sur la carte. Vous saurez alors si vous connaissez effectivement votre chemin, ou si vous avez encore besoin de consulter la carte. C'est en provoquant des occasions de vous perdre dans votre mémoire que vous ne vous laisserez plus piéger par la suite.

## VERS UN RAPPORT BIENVEILLANT À L'ERREUR

Bien sûr, l'apprentissage par essai-erreur demande aux apprenants d'oser se confronter à leur ignorance. Comme ils ont spontanément tendance à éviter ces situations, il faut les rassurer et **dédramatiser l'erreur** : celle-ci n'est **pas un jugement de valeur**, mais l'occasion de s'améliorer encore et encore.

C'est tout un rapport à soi et à ses capacités, profondément ancré depuis le plus jeune âge, qu'il faut parfois transformer : l'idée de test a tendance à évoquer des moments stressants comme l'interrogation écrite, l'entretien d'embauche... N'hésitez donc pas à **saupoudrer votre formation de bienveillance pour mettre vos apprenants en confiance** et déverrouiller leurs capacités d'apprentissage. Félicitez-les pour leurs efforts, et encouragez-les à se tester aussi souvent que possible. Test après test, feedback après feedback, ils finiront par voir l'erreur comme une banalité, voire même (et c'est là tout l'objectif) comme la condition indispensable d'un apprentissage réussi.

Ce parchemin explique comment éviter les fléchettes. Tu devrais t'entraîner à le faire...



Oh ben c'est déjà très clair Maître. J'ai compris la technique, on peut passer à autre chose.



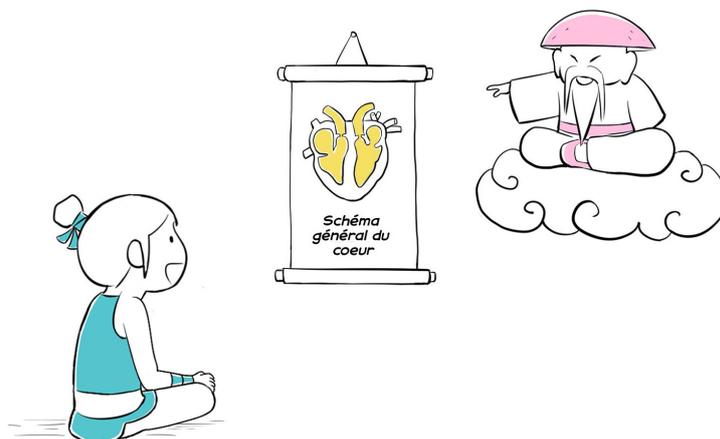
## CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS ET FORMATEURS

- **Demandez à vos apprenants de résumer, schématiser, ou encore expliquer à un pair** ce qu'ils ont appris : les tâches à proposer pour mettre vos apprenants en action sont nombreuses. A vous de trouver celle qui convient le mieux à votre situation d'apprentissage.
- **Proposez des mises en action adaptées** au niveau de tous vos apprenants : vos différents tests doivent permettre à tout le monde de faire des erreurs, et non seulement aux novices.
- **Donnez des feedback précis** : évaluer une performance générale (ex: «globalement satisfaisant») donne trop peu d'informations à l'apprenant. Pour maximiser ses capacités d'apprentissage, mieux vaut traiter individuellement chaque bonne réponse, erreur, et axe d'amélioration, avec clarté et bienveillance.
- **Ne faites appel au corps que lorsque c'est indispensable** : se confronter à un retour d'expérience ne signifie pas nécessairement devoir utiliser son corps. La mobilisation du corps et du mouvement dans l'apprentissage n'est utile que si la compétence à transmettre est un savoir-faire (Bara et Tricot, 2017). Pour le reste, c'est trop souvent une source de charge mentale superflue : un questionnaire à choix multiple bien conçu peut s'avérer tout aussi efficace.

### Sources

- [1] Gholami, V., Morady Moghaddam, M. (2013).The effect of weekly quizzes on students' final achievement score. *Modern Education and Computer Science*, (1), 36-41.
- [2] Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of educational research*, 65(3), 245-281.
- [3] Bara, F., & Tricot, A. (2017). Le rôle du corps dans les apprentissages symboliques : apports des théories de la cognition incarnée et de la charge cognitive. *Recherches sur la Philosophie et le Langage*, 1 (nouvelle série), 219-249

# Pilier n°2 : Le cerveau a besoin de mots et d'images



**Un des piliers de l'apprentissage est de savoir comment présenter l'information à apprendre.** Pour transmettre une notion, vaut-il mieux une vidéo, une animation, une image, de l'audio, ou un simple texte ? Quel est le plus efficace ? Au moment de concevoir son cours ou sa formation, le formateur a plein d'options. Mais par facilité, nous avons tendance à nous contenter du texte, qu'il soit oral ou écrit.

**Pourtant, il a été prouvé que multiplier les modalités sensorielles par lesquelles on communique une information (image + audio, par exemple) améliore largement sa compréhension et sa mémorisation.**

## COMMENT EXPLIQUER UN TEL EFFET ?

Tout d'abord, transmettre un contenu d'apprentissage via plusieurs canaux sensoriels (auditif, visuel, manuel...) met en évidence différentes informations qui, mises en lien les unes avec les autres, aboutissent à une **meilleure représentation de la notion à apprendre**. Cette représentation de meilleure qualité sera mieux comprise par les apprenants et donc mieux mémorisée.

Ensuite, proposer aux apprenants plusieurs modalités sensorielles pour traiter une information répartit la quantité d'informations perçue par chaque sens. En effet, notre capacité à traiter plusieurs informations en même temps dans un même canal, et les maintenir en mémoire

à court terme est limitée. Multiplier les canaux sensoriels permet de **contourner les limites de la mémoire à court terme**.

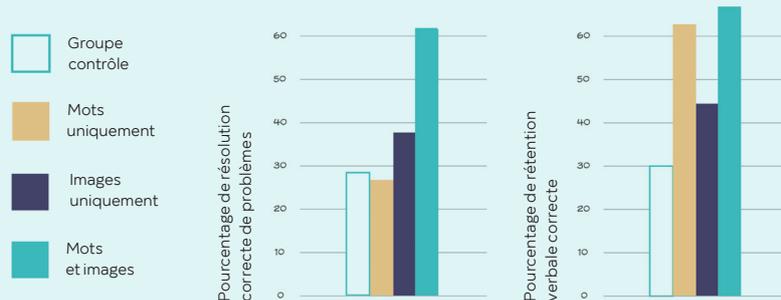
Une image valant mille mots, cet effet peut s'illustrer de la manière suivante. Si l'on considère que la mémoire à long terme est une forêt et que les notions à apprendre sont des emplacements en son sein, multiplier les entrées sensorielles seraient comme **multiplier les chemins qui mènent à l'information**. Plus on a de chemins, plus il est facile de rejoindre le point que l'on recherche et meilleure est notre mémorisation.



#### DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.

##### Voici l'une d'entre elles :

Des chercheurs ont proposé à des étudiants qui n'avaient aucune connaissance en mécanique d'étudier le fonctionnement d'une pompe à vélo (1). Ils les ont séparé en quatre groupes : un qui a reçu une explication à l'oral, un qui a visualisé une animation montrant la pompe en train de fonctionner, un qui a eu l'explication orale et l'animation en même temps et un groupe contrôle qui n'a rien fait. Au terme de l'expérience, il a été demandé aux participants d'écrire un petit texte expliquant le fonctionnement d'une pompe à vélo et de résoudre quatre problèmes à son sujet (par exemple, « Comment rendre la pompe plus efficace ? »).



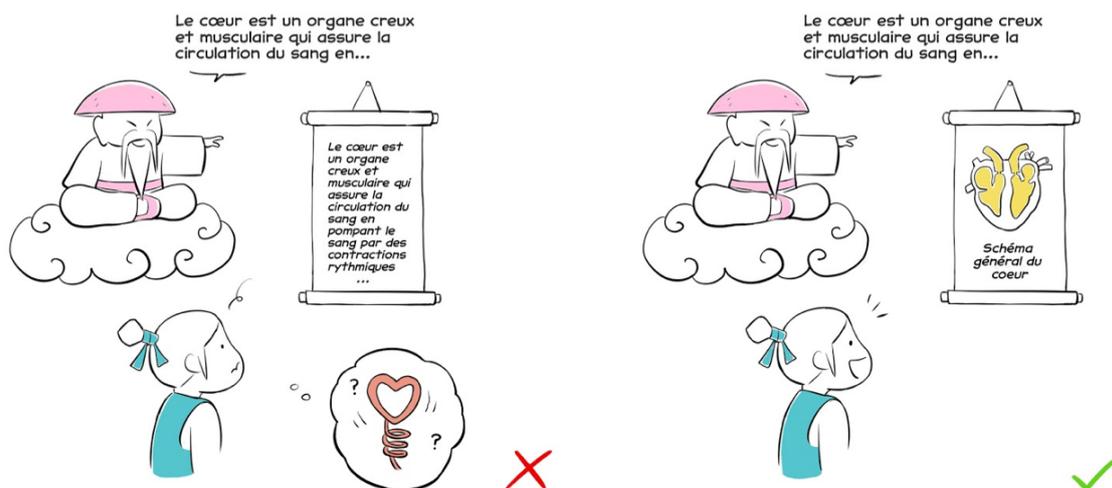
Le groupe qui a été capable à la fois de retrouver le plus d'éléments sur la pompe et de mieux résoudre les problèmes à son sujet est celui qui a vu l'animation et entendu l'explication en même temps. Le groupe qui a entendu uniquement l'explication a eu des performances équivalentes à la tâche de rappel mais pas à la tâche de résolution de problème, ce qui suggère qu'ils avaient mémorisé les éléments à apprendre de manière trop superficielle pour les mobiliser lors d'une tâche plus complexe. Notons aussi qu'apprendre avec une simple animation n'est pas non plus une stratégie très efficace... Il semblerait donc que multiplier les modalités sensorielles par lesquelles les informations seront transmises à l'apprenant permette d'améliorer leur mémorisation et surtout, leur compréhension.

## CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS & FORMATEURS

- Pour chaque notion, **multipliez les supports** : un texte, certes, mais aussi une vidéo ou un schéma. A vous de voir en fonction de votre inspiration et de votre objectif pédagogique.
- Quelle que soit la modalité utilisée, les supports doivent contenir des informations pertinentes. **Les illustrations "décoratives" n'apportent rien d'intéressant** d'un point de vue purement pédagogique.
- **Ciblez les informations à mettre en valeur.** Mieux vaut multiplier les supports sensoriels pour les informations clés de votre cours plutôt que décliner chaque notion sous toutes les modalités.
- **Attention à la redondance.** De nombreux cours en ligne proposent des vidéos qui disent, à peu de choses près, la même chose que le texte qui y est associé.
- **Évitez de surcharger vos contenus.** Un support trop ludique ou trop chargé ne permet pas de focaliser l'attention de l'apprenant sur les points importants.

### Sources

[1] Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of educational psychology*, 83(4), 484.



# Pilier n°3 : Le cerveau ne peut pas traiter trop d'informations à la fois



En préparant votre cours sur la transition énergétique, vous voulez aborder en même temps les aspects législatifs, sociaux et technologiques : vous rassemblez donc ces trois approches au sein d'un unique schéma récapitulatif l'ensemble des éléments à retenir, dans l'espoir que vos apprenants en saisiront toute la richesse. Si votre intention est louable, attention toutefois à **ne pas créer de surcharge mentale** pour votre public.

La surcharge mentale a lieu lorsqu'un apprenant traite **trop d'informations en même temps** ou que celles-ci sont trop complexes par rapport à son niveau de connaissance initial.

On sait que lorsqu'un apprenant est en état de surcharge mentale, il a du mal à se représenter les notions à apprendre, garde en mémoire une information partielle ou erronée, et se trouve par là même en grande difficulté au moment de les mobiliser... C'est notamment pourquoi il est essentiel de **bien calibrer ses objectifs pédagogiques**.

## COMPRENDRE ET ÉVITER LA SURCHARGE

Si la surcharge mentale nuit à l'apprentissage, c'est notamment parce que le nombre d'informations que notre cerveau peut traiter en même temps est limité. **Cette limite est celle de notre mémoire de travail**, qui stocke les informations pertinentes de notre environnement en fonction de nos besoins du moment. La mémoire de travail est aussi la porte d'entrée de la mémoire à long terme, qui conserve une trace de nos apprentissages, et nous permet ensuite de les utiliser lors de situations nouvelles.

Si trop d'informations arrivent en même temps, notre mémoire de travail ne parvient plus à accorder à chacune de ces informations l'attention qu'elle mérite ; inévitablement, certaines de ces informations passeront à la trappe. Dans un contexte d'apprentissage, c'est particulièrement problématique : lorsqu'on cherche à comprendre un concept, on a généralement besoin de plusieurs informations pour s'en construire une bonne représentation.

Or, se représenter correctement les notions à apprendre a un impact non seulement sur la mémorisation, mais surtout sur **la capacité des apprenants à utiliser leurs connaissances lorsqu'ils en auront besoin**. Mettre vos apprenants en situation de charge mentale peut donc bloquer le développement de nouvelles compétences.

Ainsi, la façon dont est découpé un contenu d'apprentissage, dans l'espace et le temps, joue un rôle déterminant dans la transmission de compétences. Séquencer le plus finement possible les éléments à transmettre renforce la mémorisation des apprenants, mais surtout leur donne les moyens de mobiliser ces nouveaux éléments dans une situation concrète.



### DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.

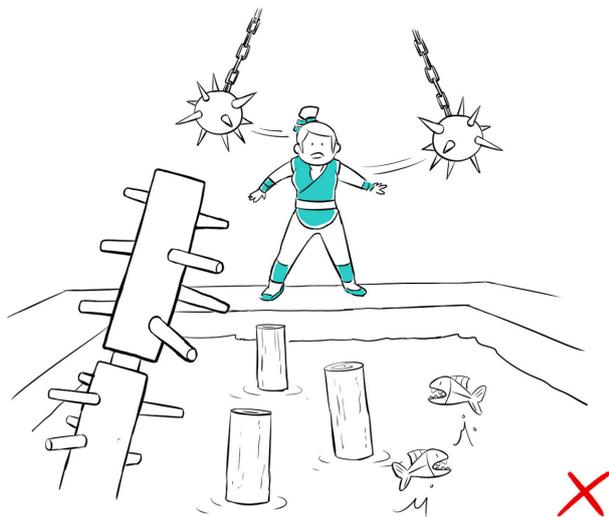
#### Voici l'une d'entre elles :

Les chercheurs ont proposé à des participants d'apprendre les mécanismes de la formation des éclairs grâce à une animation avec une narration. Cette animation était composée de 16 micro-épisodes. La moitié des participants voyait les 16 épisodes les uns à la suite des autres, alors que l'autre moitié faisait face à la fin de chaque épisode à un écran de pause avec un bouton sur lequel cliquer pour déclencher l'épisode suivant. Le temps passé en présence du contenu pédagogique était donc identique.

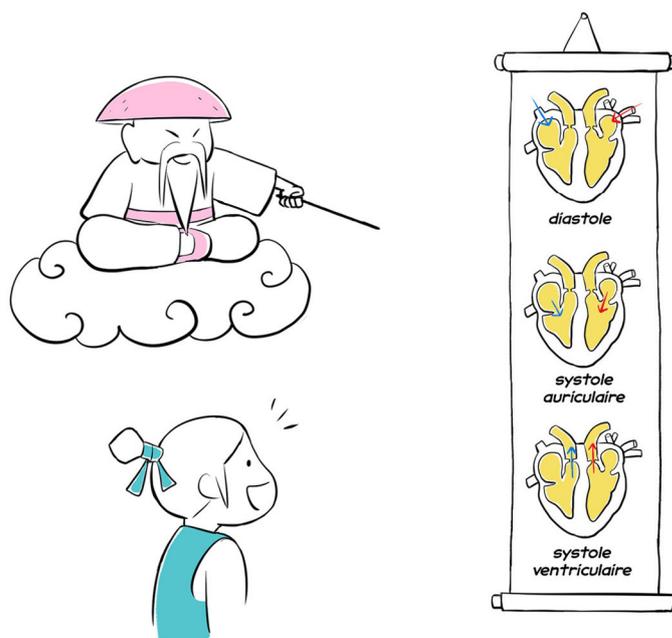
Les chercheurs ont ensuite regardé à quel point chaque groupe se rappelait du contenu de la vidéo et était capable de s'en servir pour résoudre un problème. Si les deux groupes se rappelaient d'autant de choses, les membres du groupe avec les temps de pause ont mieux réussi à résoudre des problèmes faisant appel aux notions vues dans l'animation. Ils ont donc mieux compris le contenu qui leur a été présenté.

## CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS & FORMATEURS

- **Faites avancer vos apprenants petit à petit** : un seul pas à la fois, c'est bien suffisant pour apprendre à marcher. Découpez au maximum les notions et formulez-les en compétences à acquérir.
- **Prenez en compte le niveau initial de vos apprenants** : ce que vous prenez pour une seule notion doit sans doute être expliqué en plusieurs temps à vos apprenants novices. A l'inverse, les plus expérimentés font des liens entre plusieurs notions, qui formeront dans leur mémoire un concept unique.
- **Choisissez le bon moment pour faire des renvois d'une notion à une autre** : plus les mises en relation que doit faire l'apprenant sont prématurées, plus le risque de surcharge est important.
- **N'hésitez pas à présenter la même information selon plusieurs modalités** : présenter une seule notion à la fois ne veut pas dire se limiter à un seul texte ou à une seule image, au contraire, vos apprenants retiendront mieux si vous variez les formats.
- A vous de trouver le juste équilibre.



# Pilier n°4 : Le cerveau a besoin d'une attention focalisée



Les premiers retours sur votre e-learning sont sans appel : les apprenants trouvent les vidéos de cours trop monotones. Pour la prochaine session, vous prévoyez d'ajouter une musique de fond bien rythmée à chaque vidéo afin de rendre votre parcours plus dynamique. Vos contenus de formation seront peut-être plus engageants, mais vos apprenants auront-ils réellement appris quelque chose ? Non, nous dit la recherche : au contraire, ils risquent d'être moins bien armés à l'issue de la formation que ceux de la session précédente, car leur attention ne sera plus autant focalisée sur le fond pédagogique des vidéos.

Face à la tentation de l'éparpillement, **focaliser l'attention sur l'essentiel** doit s'imposer comme l'un des **pilliers de l'apprentissage**, sans lequel vos apprenants seront incapables de mémoriser et de mettre en pratique ce que vous leur transmettez.

## LA MÉMOIRE DE TRAVAIL, PORTE D'ENTRÉE DES APPRENTISSAGES

Pour comprendre l'attention, il faut d'abord comprendre la mémoire de travail, cette ressource qui nous permet de stocker provisoirement une information le temps de la traiter puis de la stocker en mémoire si elle est pertinente. Dans cette mémoire de travail, entrent toutes les informations de notre environnement que notre attention choisit de traiter.

En situation d'apprentissage, ce sont les notions du cours qui devraient entrer en priorité, mais si les apprenants sont en train de consulter leur messagerie ou d'écouter de la musique en même temps, leur mémoire de travail est partiellement occupée par ces stimulations : **or, l'espace de la mémoire de travail est limité.**

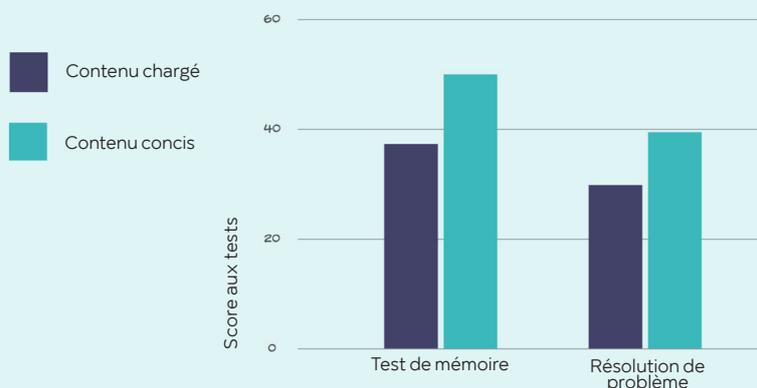
Le rôle du concepteur de formation est donc double : il doit à la fois **s'assurer que la situation d'apprentissage est limitée en distractions et que les notions du cours sont suffisamment mises en valeur** pour avoir un accès direct à notre mémoire de travail.



### DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.

#### Voici l'une d'entre elles :

Expérience 1 – Les chercheurs ont demandé plusieurs fois à des participants de mémoriser une séquence de chiffres puis d'analyser une image (1). Plus la séquence de chiffres à mémoriser était compliquée, moins les participants arrivaient à analyser l'image correctement. Être en situation de charge cognitive limite donc la capacité des personnes à prêter attention à des informations, aussi simples soient-elles.



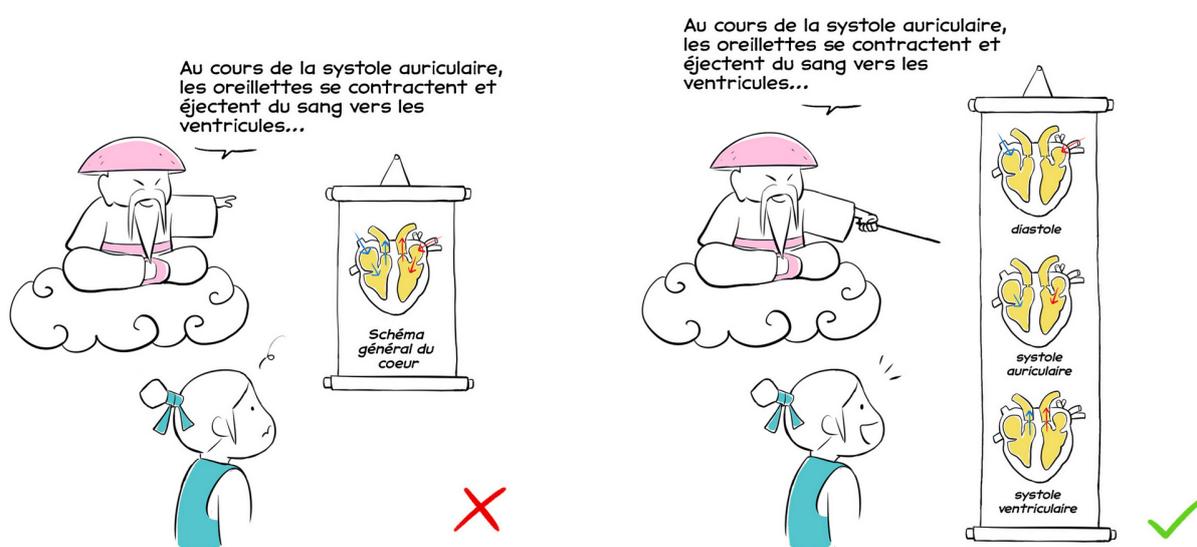
Expérience 2 – D'autres chercheurs ont proposé à des étudiants d'apprendre un petit cours, soit avec une animation riche en sons et en contenus vidéo « décoratifs », soit avec une animation plus concise qui ne parle que de l'essentiel (2). Lorsqu'ils devaient résoudre un problème impliquant les notions vues dans les animations, le groupe qui a vu une animation plus concise a eu de meilleures performances que le groupe avec l'animation chargée.

## ORIENTEZ VOS APPRENANTS VERS LA BONNE DIRECTION

L'effet négatif des distractions pour l'apprentissage s'explique simplement si nous reprenons l'image de la mémoire comme une forêt dans laquelle l'apprenant cherche son chemin pour retrouver l'information. **Lorsque trop de distractions arrivent en même temps, c'est comme si tous les chemins possibles étaient entourés de panneaux lumineux "C'est par ici !" ou "Suivez moi!"** : autant d'informations concurrentes qui vous empêchent de vous y retrouver...

A l'inverse, lorsque vous ne présentez que les informations utiles, vous arrivez à trouver votre chemin parmi les différentes possibilités sans trop de peine : sans contenus sources de distraction, vous parvenez à traiter les bonnes informations au bon moment.

## CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS ET FORMATEURS



- **Faites apparaître vos schémas étape par étape plutôt que de tout montrer en une fois** : un apprenant retiendra mieux le fonctionnement du cœur humain si vous attirez séparément son attention sur des étapes distinctes telles que le relâchement et la contraction (comme dans l'image ci-dessus), plutôt que si vous lui présentez un schéma général du cœur où toutes les informations sont au même niveau.

- **Lorsque vous utilisez de la couleur, du son, il faut que ce soit pour mettre en valeur le contenu important et seulement celui-ci** :

la «saillance visuelle» permet d'attirer l'attention au bon endroit. Attention toutefois à ne pas en abuser.

• **N'hésitez pas pour autant à multiplier les formats de présentation d'une unique notion** : s'il s'agit de la même notion, l'attention ne sera pas dispersée, et l'apprentissage sera au contraire renforcé. Sobriété n'est pas synonyme de monotonie.

#### Sources

- [1] de Fockert, J. W., Rees, G., Frith, C. D., & Lavie, N. (2001). The role of working memory in visual selective attention. *Science*, 291(5509), 1803-1806.
- [2] Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93, 187-198.
- [3] Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93, 377-389.

# Corrigé de la question d'introduction

A votre avis, parmi les méthodes d'apprentissage suivantes, quelles sont celles qui font le moins débat dans la recherche expérimentale en psychologie cognitive ?

- Relire régulièrement les contenus pour consolider les connaissances en mémoire
- Découper l'apprentissage selon son niveau préalable
- Focaliser l'attention à chaque instant sur les informations pertinentes
- Utiliser des représentations picturales (schémas, illustrations, etc.) en plus des mots
- Apprendre par essai-erreur pour recevoir des feedbacks nombreux et variés tout au long de l'apprentissage
- Apprendre sur un format personnalisé selon son profil d'apprenant (auditif, visuel, etc.)

Parmi les propositions énoncées, seules quatre ont donné des résultats significatifs au cours d'expériences randomisées contrôlées (comparant des groupes test et témoin tirés au sort) et répliquées en nombre suffisant, dans des contextes d'apprentissage suffisamment variés.

**1. L'illusion de maîtrise et le rôle essentiel des retours feedbacks correctifs** : se tester constamment pour s'assurer de ce qu'on sait et de ce qu'on ne sait pas, puis pour réajuster notre compréhension de la démarche à suivre face à une tâche ou à un problème.

**2. Le double codage des informations** : une information présentée de manière verbale et picturale facilite la construction d'une représentation mentale pertinente de ce qu'il faut faire.

**3. La capacité de traitement limitée de la mémoire de travail et le risque de surcharge** : une quantité équilibrée de nouvelles informations à traiter améliore leur intégration.

**4. Le pouvoir de l'attention pour éviter les sources de charge cognitive inutile** : aider l'attention à focaliser l'effort de traitement sur les informations de fond facilite leur intégration.

# 2

## Les piliers pour développer des automatismes

### Question d'introduction

Parmi les méthodes suivantes pour passer du savoir-faire à l'automatisme, quelles sont celles qui font le moins débat aujourd'hui dans la recherche en sciences cognitives ?

- Espacer le travail d'apprentissage
- Relire ou réviser un cours de manière répétée
- Se mettre en difficulté suffisante lors des entraînements
- Retrouver de mémoire ce qu'on doit apprendre
- Utiliser des émotions fortes durant l'apprentissage
- Utiliser des raccourcis mentaux

Les réponses à cette question se trouvent dans notre deuxième série de piliers : retrouvez-à partir de la page suivante !

### Pilier 5 :

L'effort d'activation « de mémoire »



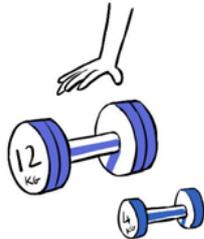
### Pilier 6 :

Les raccourcis mentaux



### Pilier 7 :

La mise en difficulté

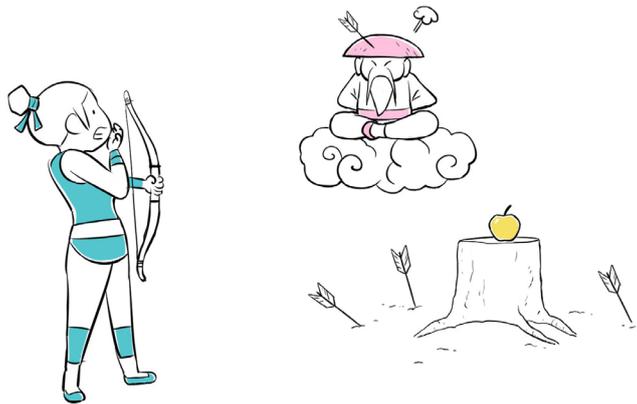


### Pilier 8 :

L'espacement dans le temps



# Pilier n°5 : Le cerveau a besoin de retrouver de mémoire ce qu'il a appris



Imaginons que vous formez un jeune responsable commercial. En préparation d'un rendez-vous important, votre jeune collègue écrit sur un carnet tous les éléments de prix de l'offre proposée par votre boîte. Vous le briefez pour le rendez-vous en jouant le rôle du client : à chaque fois que vous lui demandez les prix, il vérifie son carnet. Le jour fatidique, il se rend compte qu'il a oublié d'amener son précieux outil de travail. Incapable de retrouver les bons prix de mémoire, il est forcé de botter en touche face au client, qui repart avec l'impression d'avoir perdu son temps. Comment cela aurait-il pu être évité ? D'après la recherche, vous auriez pu ancrer mieux l'information dans la mémoire de votre protégé en l'incitant à prendre l'habitude de se rappeler des prix par lui-même plutôt que de consulter son carnet à chaque occasion.

L'effort **de récupération** est l'un des **pilliers les plus fondamentaux de l'apprentissage** : si vous ne fournissez jamais cet effort, il vous est beaucoup plus difficile de **mobiliser ce que vous avez appris sur le long terme**. La récupération consiste à **retrouver dans sa mémoire les notions apprises** et les restituer avec le moins d'aide possible. Par exemple, quand vous devez calculer le volume d'un solide, vous allez rechercher la formule appropriée en mémoire. De même, quand on vous demande de faire un coup droit au tennis, vous réactivez le schéma moteur associé à ce geste.

Pour résumer, les exercices, rappels libres, QCM mais aussi toutes les situations de la vie quotidienne où l'on doit mobiliser son savoir en ne comptant que sur sa mémoire (vous rappeler du bon itinéraire pour vous rendre chez un vieil ami, par exemple) demandent un effort de

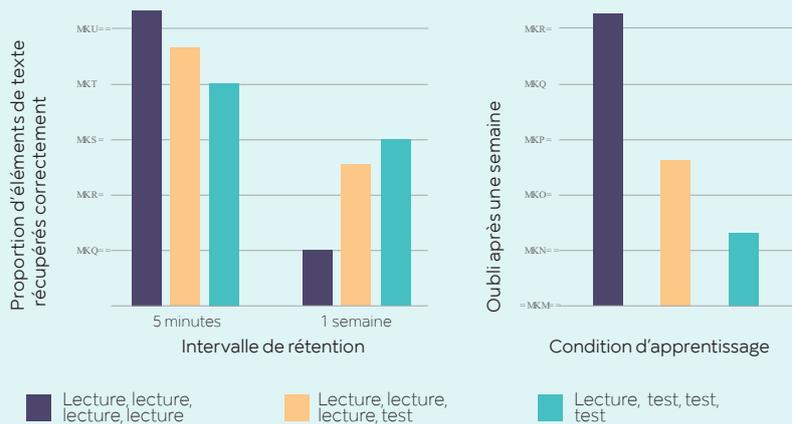
récupération. Or, on sait grâce à la recherche en sciences cognitives que faire l'effort de retrouver ce que l'on a appris par soi-même permet de consolider les apprentissages dans notre mémoire, et ce **même sans feedback**.



**DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.**

**Voici l'une d'entre elles :**

Des chercheurs ont demandé à des étudiants d'apprendre des passages de textes en anglais (1). Tous les participants réalisaient 4 séances d'apprentissage, mais les chercheurs les ont séparé en plusieurs groupes. Un premier groupe devrait consacrer toutes les séances à lire les textes passivement. Un autre groupe devrait lire 3 fois puis faire une séance de « récupération » où les participants devaient rappeler certains éléments du texte. Un dernier groupe réalisait une séance de lecture passive et 3 séances de récupération active. Pour corser les choses, aucun feedback n'était donné aux participants pendant les séances de récupération. Les chercheurs ont ensuite fait passer un test à tous les participants 5 minutes après la dernière séance et une semaine après.



Le constat est sans appel : si la lecture passive présente des avantages à court terme, c'est la récupération active qui est la plus efficace pour consolider le savoir à long terme. A durée d'apprentissage égale, les méthodes de récupération actives sont donc plus efficaces que les méthodes passives. Leurs effets sont cumulatifs : plus on répète les séances de récupération, plus l'apprentissage est robuste. Ces résultats ont été reproduits avec des contenus et des contextes institutionnels allant de l'école primaire à l'enseignement supérieur.

## L'EFFORT DE RÉCUPÉRATION, OU COMMENT NOTRE CERVEAU BALISE LE CHEMIN POUR RETROUVER CE DONT IL A BESOIN

Quand on connaît l'importance du feedback, cela peut sembler curieux : quand on relit un contenu, on a directement accès à l'information juste alors que pendant une séance d'exercices sans feedback, on semble être dans le flou. Pourquoi l'effort de récupération conduit-il à une meilleure consolidation des apprentissages même dans ce cas ?

Pour illustrer notre propos, imaginez que votre mémoire soit comme une forêt vierge. Si vous faites l'effort de vous rendre à un point précis de cette forêt, vous allez marcher, aplatir herbe et branchages, jusqu'à y creuser un chemin. L'exercice n'est pas de tout repos, mais la prochaine fois que vous aurez besoin de retrouver votre destination, vous n'aurez plus qu'à suivre le chemin déjà formé.

A l'inverse, si vous vous êtes contenté de consulter un panneau avec une carte indiquant l'emplacement du point recherché, aucun chemin ne se sera formé puisque vous n'aurez pas exploré la forêt par vous-mêmes. Vous vous rappellerez sans doute quelques minutes de la forme de la carte et de la position du point sur celle-ci, mais dès que ce souvenir aura disparu, vous aurez autant de difficulté à vous orienter que si vous n'aviez jamais consulté la carte.

C'est donc précisément **au moment où vous fournissez un effort pour retrouver une information par vous-même que vous tracez le chemin qui vous permettra de la récupérer plus facilement par la suite.**

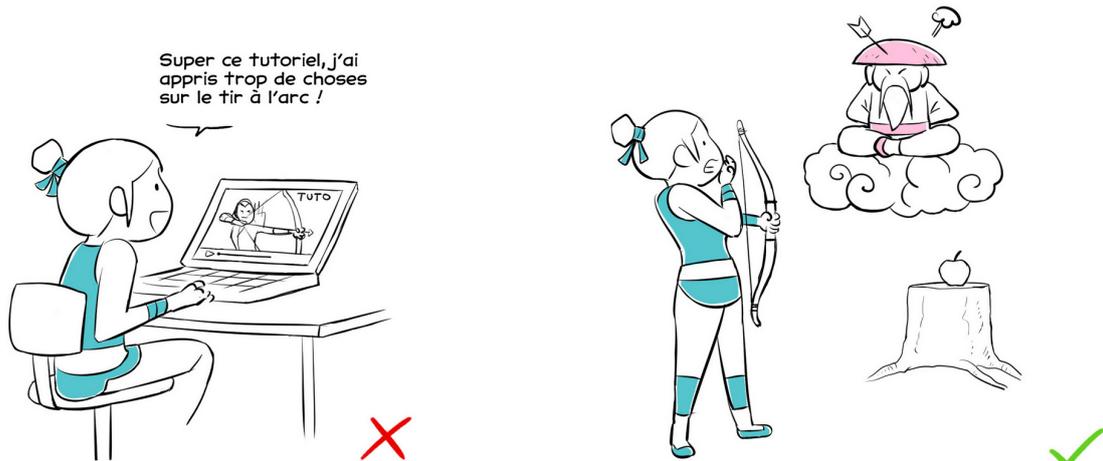
Par ailleurs, l'effort de récupération améliore l'organisation de la connaissance en mémoire et donc sa compréhension [1] : il vous permet en quelque sorte de « ranger » votre connaissance dans un endroit logique pour vous, comme vous rangeriez les couteaux à côté des fourchettes dans le tiroir de votre cuisine. Or **un savoir mieux organisé**, dans des catégories qui regroupent des connaissances similaires **est mieux mémorisé**, ces catégories jouant le rôle de guide pour s'en souvenir [2].

## DU CONFORT ILLUSOIRE DE LA RELECTURE À L'EFFORT FRUCTUEUX DE LA RÉCUPÉRATION

Si l'on retient mieux en faisant l'effort de retrouver l'information par nous-mêmes, c'est aussi à cause des inconvénients inévitables de la relecture passive. **Les méthodes de relectures passives favorisent l'illusion de maîtrise.** Parce que l'information correcte qui vient d'être lue a une petite "rémanence" (c'est-à-dire qu'elle subsiste temporairement dans notre mémoire à court terme), elle nous donne le sentiment de l'avoir apprise.

Or ce sentiment n'a rien à voir avec l'apprentissage réel : **la rémanence en mémoire à court terme est de courte durée et le savoir passe difficilement dans la mémoire à long terme.** Malgré leur inefficacité, les apprenants se dirigent principalement vers ce type de méthode, pour leur apparente facilité et le sentiment de maîtrise qu'elles donnent. C'est donc à vous d'inclure dans vos contenus pédagogiques un maximum d'exercices qui demandent à vos apprenants un effort de récupération.

### CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS ET FORMATEURS



- **Multipliez les exercices** : plus les occasions de fournir un effort de récupération en mémoire sont nombreuses, meilleur est l'apprentissage. Ne lésinez pas non sur la quantité d'exercices : mieux vaut plusieurs questions redondantes qu'une seule question qui ne rend pas compte de la subtilité de la notion que vous voulez transmettre à vos apprenants.

• **Trouvez le format le plus adapté à vos contraintes** : QCM, rappels libres, rédaction d'un texte complet ou encore exposé oral, les formats sont variés et sont autant d'exercices de récupération.

• **Mettez vos apprenants en confiance** : la peur d'être jugé les empêche de se lancer et peut même induire un stress qui bloque la mobilisation du savoir. Il est nécessaire de leur montrer que les séances d'exercices sont des moments d'entraînement et non d'évaluation afin de dédramatiser ces situations.

• **A chaque début de cours ou de formation, faites restituer à vos apprenants ce qu'ils ont appris la dernière fois** : outre le bénéfice de l'effort de récupération, cela les aidera à mieux rattacher ce qu'ils vont apprendre aujourd'hui à ce qu'ils connaissent déjà.

• **Lorsque vous concevez des QCM, assurez-vous que les mauvaises réponses soient plausibles** : vos apprenants ont besoin de challenge pour que la récupération soit efficace. Avec des distracteurs (propositions de réponses fausses) trop faciles, vos apprenants pourraient déduire la bonne réponse en procédant par élimination au lieu de la retrouver dans leur mémoire, et le bénéfice de l'exercice serait perdu.

#### Sources

[1] Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249-255.

[2] Mulligan, N. W. (2005). Total retrieval time and hypermnesia: Investigating the benefits of multiple recall tests. *Psychological Research*, 69, 272-284.

[3] 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.

# Pilier n°6 : Le cerveau a (parfois) besoin de raccourcis mentaux



“Mais où est donc Or-ni-car ?” Si vous vous souvenez encore aujourd’hui de la liste des conjonctions de coordination, vous le devez probablement à cette question aussi étrange qu’inoubliable. Les moyens mnémotechniques sont une méthode bien connue pour aider vos apprenants à mieux mobiliser ce qu’ils ont appris, mais il en existe plusieurs autres similaires.

Prenons l’exemple d’un professeur d’informatique qui, pour que ses élèves se souviennent de la notion de booléen (une variable ne pouvant avoir que deux états : vrai ou faux, 0 ou 1...) utilise la métaphore des amants : tous les soirs, l’amant attend sa maîtresse sous son balcon. Si la lumière de sa chambre est éteinte (0), cela signifie qu’ils ne sont pas seuls : ce n’est pas le moment de monter. Si la lumière est allumée (1), en revanche, il sait qu’il peut la rejoindre au balcon sans danger.

Autre exemple, un formateur qui souhaite inculquer à ses stagiaires l’importance de la crédibilité dans les négociations se sert d’une anecdote croustillante : un collègue, en plein milieu d’une réunion, quitte son siège de manière théâtrale, se dirige vers la sortie et... se trouve bloqué par une porte récalcitrante.

Toutes ces techniques ont un point commun : ce sont des **raccourcis mentaux**. Ces raccourcis nous permettent de retrouver plus facilement la bonne information, ou la bonne réaction, dans notre mémoire lorsque nous en avons besoin. C’est pourquoi ce sont des piliers

essentiels de tout apprentissage durable. Qu'ils soient basés sur des jeux de langage (comme le chameau qui a deux syllabes, et donc deux bosses), une proximité de sens, ou encore du contenu émotionnel, les raccourcis mentaux sont des moyens détournés d'accéder à une notion en mémoire en faisant appel à des connaissances proches mais de nature différente.

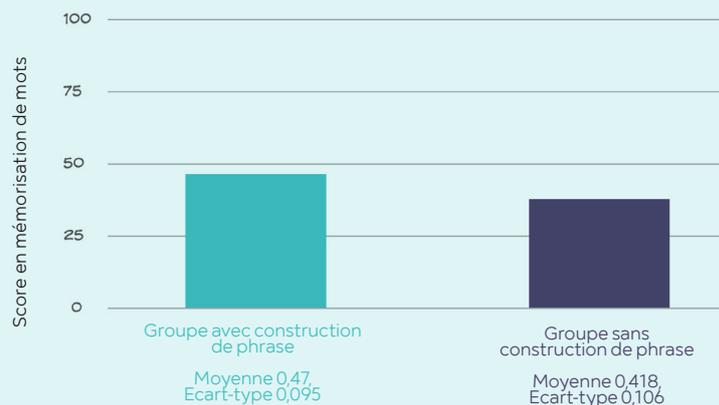
L'efficacité des raccourcis mentaux dans l'apprentissage n'est pas qu'une intuition. Elle est solidement étayée par la recherche en sciences cognitives : ceux qui les utilisent sont mieux capables de mobiliser ce qu'ils ont appris que les autres.

#### DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.



##### Voici l'une d'entre elles :

Pour mesurer l'utilité des raccourcis mentaux, des chercheurs ont demandé à 60 participants d'apprendre une liste de mots. Ils les ont séparés en deux groupes : le premier à qui l'on a demandé de construire des phrases avec ces différents mots (par exemple : « la vache a écrasé mon pied avant de marcher vers la hutte en forme de chapeau » pour les mots « vache », « pied », « hutte » et « chapeau ») et le deuxième à qui l'on n'a pas donné de consigne particulière.



Dans un test passé peu de temps après, les chercheurs ont remarqué que les participants qui avaient constitué des phrases avec les mots ont été capables de restituer un plus grand nombre de mots que le groupe qui n'a pas eu d'instruction particulière. Ce résultat peut sembler surprenant : construire une phrase et s'en rappeler exige du participant qu'il se rappelle non seulement des mots de la liste, mais aussi des mots de liaison. Comment expliquer cette performance supérieure ?

## LE CHAINING EFFECT : LES RACCOURCIS MENTAUX RELIENT LES INFORMATIONS ENTRE ELLES

Les raccourcis mentaux favorisent la consolidation de l'information : qu'est-ce qui explique cet effet ? Il semblerait que relier des mots à retenir dans une phrase ajoute un indice supplémentaire pour vous aider à vous les remémorer. Au lieu de mémoriser des mots sans rapport les uns avec les autres, vous pouvez commencer par retrouver le sens général de la phrase, puis partir de celle-ci pour retrouver les mots qui la composent.

Ce que la recherche appelle "enchaînement" (chaining) des mots les rend donc plus mémorables que s'ils étaient seuls : **pour notre cerveau, il est plus simple de se rappeler d'une chaîne que de tous ses maillons pris isolément**, notamment parce que **chaque maillon est lié au suivant**, qui lui-même est lié au suivant, et ainsi de suite. Ce qui vaut pour une phrase vaut pour d'autres types de raccourcis mentaux, comme la métaphore ou encore l'illustration. Ainsi, lorsque vous illustrez votre propos par un schéma, le schéma et la notion qu'il représente sont enchaînés l'un avec l'autre.

## LA NARRATION ET LES PARCOURS, RACCOURCIS MENTAUX PAR EXCELLENCE

L'effet d'enchaînement est notamment ce qui explique l'intérêt pédagogique de la **narration**. Il est facile de se retrouver dans une histoire car **chaque évènement fait partie d'une chaîne de cause à effet** : Delphine a volé la bicyclette d'Elsa -> Elsa appelle la police -> Delphine se fait arrêter par la police, etc. Notre cerveau recherche spontanément cette structure où tout est à sa place et chacun à un rôle à jouer. On comprend mieux comment certains d'entre nous qui peinent à retrouver leur code de carte bancaire peuvent en même temps avoir développé une mémoire quasi encyclopédique des séries télévisées (parfois jusqu'à mieux connaître l'arbre généalogique de la famille Lannister dans la série Game of Thrones que celui de leur propre famille).

L'effet d'enchaînement est aussi ce qui sous-tend la technique dite du **palais mental**, dans laquelle **chaque élément dont vous souhaitez vous souvenir est rangé dans un endroit familier** (tel que votre

domicile). Vous pouvez ensuite les retrouver en suivant un parcours imaginaire, comme si vous visitiez les pièces de votre maison les unes après les autres. Par exemple, vous voulez vous rappeler de la procédure de sécurité en cas d'incident d'informatique. La première étape de la procédure est d'"identifier" l'incident : la première étape de votre parcours pourra donc consister à récupérer la carte d'"identité" qui se situe près de l'entrée, dans la poche de votre veste accrochée au porte-manteau. En retraçant un parcours logique pour vous, vous parviendrez mieux à retrouver l'ensemble des étapes de mémoire.

### LES ÉMOTIONS, RACCOURCI MENTAL À DOUBLE TRANCHANT

Une autre forme d'enchaînement consiste à **rattacher les notions à une émotion**, qu'elle soit directement vécue ou transmise par le biais d'une anecdote, par exemple. En effet, une information qui déclenche une émotion aura tendance à être mieux rappelée qu'une autre. L'émotion peut être négative comme la tristesse, mais elle peut également venir de l'humour ou tout simplement de la surprise. **L'émotion provoquée par l'anecdote vous guidera naturellement jusqu'à la notion dont il faut se rappeler** : si, dans une formation sur le leadership, l'illustration d'une mauvaise pratique leur rappelle une situation vécue qui les avait mis en colère, ils auront davantage de chance de s'en souvenir.

Attention toutefois à ne pas en faire trop. **Face à une émotion trop intense, vos apprenants ne se souviendront que de l'émotion** et oublieront tout le reste de ce qu'ils ont appris à ce moment là. On sait grâce à la recherche que des émotions extrêmes peuvent même contribuer à la création de faux souvenirs, comme cela arrive parfois suite à des épisodes traumatisants comme un accident. En formation, une émotion excessive pourrait ainsi provenir d'une activité tellement difficile qu'elle en devient stressante, ou un feedback tellement négatif qu'il crée une profonde blessure de l'égo.

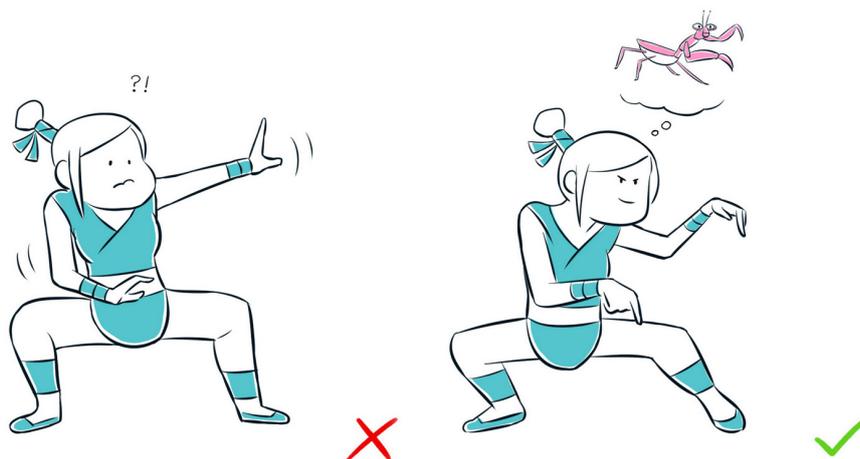
Par ailleurs, il est essentiel de veiller à ce que l'émotion provoquée soit directement en rapport avec la notion que vous voulez transmettre et qu'elle ne représente pas une simple distraction de l'attention. Ainsi, il est fréquent que les vidéos pédagogiques sur YouTube multiplient tant de gags visuels et de références culturelles de pur habillage que les messages clés en ressortent davantage brouillés que clarifiés.

## FRAYEZ-VOUS UN MEILLEUR CHEMIN DANS VOTRE MÉMOIRE

Concluons notre explication par une brève mise en abîme, et essayons d'illustrer l'efficacité de raccourcis mentaux comme la métaphore par... une métaphore.

Si notre mémoire est une forêt, et les traces mentales de nos apprentissages sont les sentiers qui la traversent, le raccourci mental est, comme son nom l'indique, un raccourci : **un chemin qui, s'il ressemble de prime abord à un détour** (puisqu'il passe par une étape intermédiaire, par exemple le souvenir d'une émotion, pour arriver à destination), **est en réalité à la fois plus rapide et plus facile à emprunter** que les autres.

En vous créant un raccourci mental, vous balisez donc un sentier pratique pour retrouver le fruit de votre apprentissage dans la forêt de votre mémoire à chaque fois que vous en aurez besoin à l'avenir.



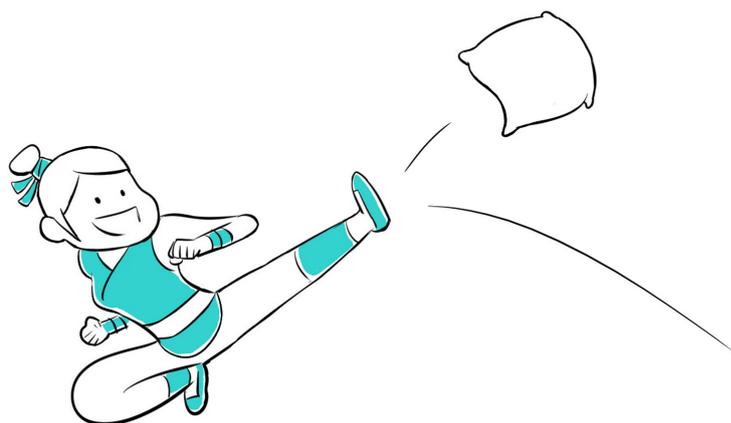
• **Proposez à vos apprenants un moyen mnémotechnique** pour les aider à se rappeler de votre cours ou de votre formation et surtout **répétez-leur plusieurs fois**, car c'est la répétition qui aidera vos apprenants à s'en rappeler.

- **Les émotions sont vos alliées, utilisez-les** donc pour doper la remémoration de vos notions. Attention toutefois à ne pas trop augmenter la charge émotionnelle : le risque est que vos apprenants ne mémorisent plus que leur ressenti au détriment de la notion à apprendre.
- **Mettez à profit une phase de récupération active** dans laquelle vos apprenants devront faire l'effort de créer leurs propres raccourcis mentaux.
- **Limitez le nombre de raccourcis mentaux différents** : le temps dont vous disposez étant limité, mieux vaut restreindre leur nombre mais les répéter plus souvent.

#### Sources

- [1] McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & cognition*, 29(1), 10-17.
- [2] Mather, M.; Sutherland, M. R. (2011). Arousal-biased competition in perception and memory. *Perspectives on Psychological Science*. 6 (2): 114–133. PMC 3110019 Freely accessible. PMID 21660127.
- [3] Howe., M.L.; Knott, L.M. (2015). The fallibility of memory in judicial processes: lessons from the past and their modern consequences. *Memory*. 2015;23(5):633-56.

# Pilier n°7 : Le cerveau a besoin d'être mis en difficulté



Vos apprenants plébiscitent leur formation en ligne sur l'éthique et la prévention des conflits d'intérêts, à un détail près : les cas pratiques leur paraissent trop pointus, si bien que seulement 30% d'entre eux trouvent les bonnes réponses du premier coup. Pour la réédition prévue l'année prochaine, on vous propose d'imaginer un parcours plus ludique, avec des questions simples qui mettent l'apprenant en confiance. Objectif : que 75 % maîtrisent le module dès la première tentative. Est-ce la meilleure démarche ? Non, nous disent les résultats des sciences cognitives, du moins si vous souhaitez que vos apprenants soient réellement capables de détecter des situations de conflit d'intérêt à l'issue de la formation.

On sait grâce à la recherche que retrouver de mémoire ce qui a été transmis permet de mieux ancrer les apprentissages : c'est d'autant plus le cas lorsque vous mettez vos apprenants en difficulté. Le besoin de **calibrer un niveau de difficulté adéquat** pour vos apprenants est en effet l'un **des piliers de l'apprentissage** les plus solidement établis dans la littérature. Lorsque vous choisissez un niveau de difficulté adapté, l'apprenant va devoir produire un effort, et c'est précisément cet effort qui permettra de renforcer la trace de ce qu'il a appris dans sa mémoire. C'est notamment pour cela qu'il vaut mieux répondre à des QCM que lire plusieurs fois son cours. Sans effort, pas de consolidation.

## A LA RECHERCHE DU «PETIT PAS DE PLUS» : LA ZONE PROXIMALE DE DÉVELOPPEMENT

On l'a compris, la difficulté et l'effort qu'elle nécessite de la part de l'apprenant est essentielle pour l'apprentissage. Reste à trouver le niveau adéquat de difficulté : comment procéder ? **Trop faible, l'apprenant ne produit aucun effort** et n'apprend rien ; **trop élevé, l'apprenant se retrouve en situation de surcharge mentale** et finit par se décourager.

Plusieurs études suggèrent que le **niveau optimal de difficulté** est un niveau légèrement supérieur à celui que le sujet est capable de traiter sans assistance extérieure. Il faut proposer à l'apprenant **le petit pas en plus par rapport à l'endroit où il se trouve actuellement**. Concrètement, la prochaine étape pour un acteur qui sait réciter son texte sans erreur peut être de réciter le même texte avec de l'émotion dans la voix ; pour un commercial qui sait vendre son produit à un client réceptif, cela peut être de présenter le même produit à un client récalcitrant.

On dit de ces types de challenges qu'ils se situent dans la **Zone Proximale de Développement** : l'apprentissage est le plus bénéfique pour l'apprenant lorsque les activités proposées dans votre cours ou votre formation se trouvent dans cette zone.

Pour atteindre à coup sûr la Zone Proximale de Développement, il faut être capable de contrôler le niveau de difficulté sur commande, ce qui implique de comprendre d'où viennent les difficultés dans l'apprentissage. **Le principal facteur de difficulté est l'écart entre l'état actuel de maîtrise de l'apprenant et la tâche à accomplir** : ainsi, si vous disposez de données fines sur le niveau initial de votre apprenant (notamment grâce au feedback), vous pourrez ajuster la tâche de manière à moduler le niveau de challenge de votre formation, par exemple en enlevant l'accès à certains indices, en intégrant des notions vues précédemment ou encore en ajoutant un temps de réponse limité à vos questions.

## ALTERNER LES NOTIONS, UN EXEMPLE DE DIFFICULTÉ DÉSIRABLE

Une des manières les plus efficaces de moduler les difficultés est **d'alterner les notions à apprendre** : pour prendre le cas du tennis, mieux vaut apprendre en alternant régulièrement coup droit et revers (apprentissage entremêlé) qu'en s'entraînant par série de cent coups droits, puis cent revers (apprentissage par bloc). De la même manière, si l'on veut être capable reconnaître un tableau de Van Gogh d'un tableau de Cézanne, mieux vaut alterner de temps à autre entre les œuvres de chaque peintre.

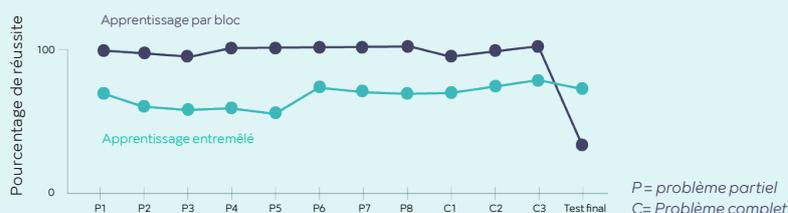
Alterner les apprentissages force l'apprenant à se rappeler des notions qu'il a vues auparavant («à quoi ressemblait le Van Gogh ?»). Par ailleurs, entre temps, il aura dû travailler une autre notion, ce qui crée des «**interférences** contextuelles» avec ce qu'il essaie de garder en mémoire («est-ce que je ne suis pas en train de confondre avec Manet ?»). **Dépasser ces interférences demande à l'apprenant un effort plus grand**, une difficulté désirable qui renforce l'ancrage durable des apprentissages en mémoire.



### DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.

#### Voici l'une d'entre elles :

Des chercheurs ont comparé la méthode d'apprentissage en alternance avec une méthode d'apprentissage par bloc où l'on entraîne chaque notion l'une après l'autre. Ils ont demandé à une vingtaine d'enfants de résoudre différents problèmes de géométrie. Un certain nombre d'entre eux réalisait une suite de problèmes identiques avant de passer à une suite de problèmes d'un autre type (entraînement par bloc) tandis que les autres alternaient entre les différents types de problèmes (entraînement entremêlé). Pendant l'apprentissage, le groupe entraînement par bloc a mieux réussi les différents problèmes que le groupe entraînement entremêlé. Mais a-t-il mieux appris pour autant ?



En testant les capacités des participants une semaine plus tard sur des problèmes similaires, c'est sans conteste le groupe entraînement entremêlé (celui qui s'est confronté au plus de difficulté) qui a réalisé le moins d'erreurs et a par conséquent le mieux appris. La difficulté est donc désirable.

## CHASSEZ L'OUBLI, CHEMIN PAR CHEMIN

Pourquoi apprend-t-on mieux en alternant alors même qu'on fait plus d'erreurs au départ ? En réalité, **l'effort qu'a dû déployer l'apprenant pour surmonter les interférences** provoquées par l'alternance lui a permis de désencombrer le chemin d'accès aux notions contenues dans sa mémoire.

Imaginons que notre mémoire soit comme une forêt traversée par de nombreux sentiers. Ces chemins sont les traces mentales de nos apprentissages que la végétation - l'oubli - vient recouvrir au fur et à mesure.

Admettons que l'on marche uniquement et pendant de longues périodes sur le sentier qui correspond à une seule notion : entre temps, les sentiers qui correspondent aux autres notions similaires auront été entièrement recouverts de végétation, et nos traces mentales pour y accéder seront moins robustes. A l'inverse, dans un apprentissage alterné, on marche régulièrement sur chaque chemin, ce qui enlève la végétation dès son apparition.

## CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS ET LES FORMATEURS



• Proposez des exercices de récupération en mémoire : ce sont autant d'occasion de proposer des challenges à vos apprenants et d'identifier leur Zone Proximale de Développement.

• **Alternez les notions à apprendre** : il s'agit d'une solution simple qui permet de moduler la difficulté sans avoir à créer d'exercices supplémentaires.

• Alternez à un rythme soutenable : l'apprenant doit disposer d'un temps minimum pour pouvoir se représenter correctement la notion en question.

• Réconciliez effort et plaisir d'apprendre : effort et plaisir sont loin d'être incompatibles. Pensez au plaisir que nous éprouvons après avoir réussi une épreuve difficile... Les jeux vidéos, notamment, ont tendance à proposer des challenges situés dans la Zone Proximale de Développement, ce qui ne les empêche pas d'avoir du succès, au contraire.

• Attendez d'avoir suffisamment d'informations sur le niveau de maîtrise de vos apprenants pour ajuster la difficulté au niveau de chacun : si vous n'avez pas une vision claire du niveau de vos apprenants, l'ajustement sera nécessairement imparfait. Mieux vaut laisser vos apprenants ajuster eux-mêmes la difficulté des exercices : ils convergeront naturellement vers les exercices dont ils ont besoin.

#### Sources

[1] W.F. Battig. Facilitation and Interference. In: Bilodeau, E.A. (Ed.), Acquisition of Skill, Academic Press, New York (1966), pp. 215-244.

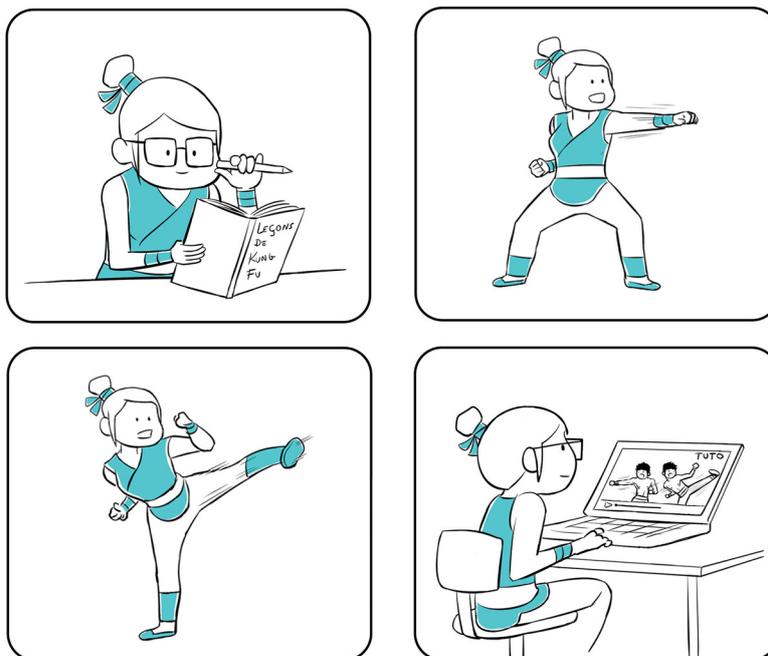
[2] Taylor, K., & Rohrer, D. (2010). The effects of interleaved practice. Applied Cognitive Psychology, 24(6), 837-848.

[3] Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. Journal of motor behavior, 36(2), 212-224.

[4] Vygotsky, L. S. (1980). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard university press.

[5] Baranes, A. F., Oudeyer, P. Y., & Gottlieb, J. (2014). The effects of task difficulty, novelty and the size of the search space on intrinsically motivated exploration. Frontiers in neuroscience, 8, 317.

# Pilier n°8 : Le cerveau a besoin de temps



C'est le début de la semaine : vos apprenants ont jusqu'à vendredi pour compléter trois modules d'e-learning sur la relation client, et la plupart ont à peine commencé. Pour les motiver, vous envisagez de leur donner des échéances contraignantes. Vaut-il mieux qu'ils aient terminé les trois modules le jeudi ? Ou vaut-il mieux les contraindre à terminer le premier module le mardi, le deuxième le mercredi, et le troisième le jeudi ?

La réponse dépend de ce que vous souhaitez qu'ils en retirent. Si l'objectif est de leur faire réussir un examen vendredi matin, le premier planning peut tout à fait convenir. Si, au contraire, vous voulez qu'ils développent de réelles compétences de long terme dans leur travail, le deuxième planning sera bien plus efficace, car davantage étalé dans le temps. Ce sera d'ailleurs encore plus efficace si vous les incitez à revenir sur les modules une semaine plus tard, un mois plus tard, et ainsi de suite...

Loin d'être anodin, l'effet bénéfique de l'espacement est l'un des principaux piliers de l'apprentissage durable. Qui d'entre vous se souvient encore de ses cours de philosophie de terminale ? Tout comme le bachotage, la musculation intensive, ou les listes de résolutions de

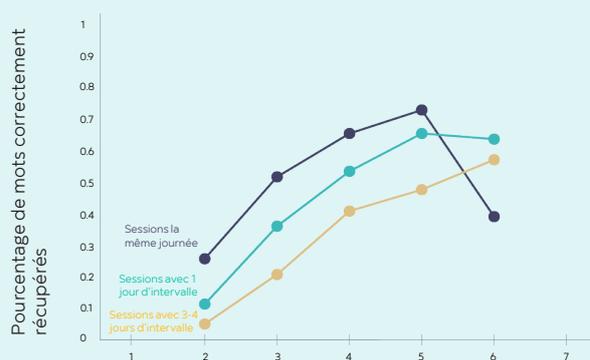
Nouvel An, ce que les chercheurs appellent l'apprentissage massé produit des effets aussi visibles sur le moment qu'évanescents dans la durée. C'est tout le contraire pour l'apprentissage espacé : en vous laissant le temps d'oublier puis de vous rappeler, vous aurez davantage de difficultés sur le court terme, mais ce dont vous vous souviendrez restera plus longtemps avec vous. Trop souvent sacrifiée pour des contraintes pratiques, cette question de l'espacement est pourtant capitale au vu de son impact significatif sur l'acquisition des compétences.



#### DE NOMBREUSES ÉTUDES SCIENTIFIQUES VIENNENT APPUYER CE PRINCIPE.

##### Voici l'une d'entre elles :

Pour déterminer l'influence de l'espacement sur l'apprentissage, des chercheurs ont proposé à une quarantaine d'adultes d'apprendre des mots de vocabulaire étrangers. Tous réalisaient 4 sessions d'apprentissage de durée équivalente. Un premier groupe réalisait l'ensemble des sessions sur la même journée, le deuxième groupe les réalisait avec un jour d'intervalle entre chacune, et le troisième groupe les réalisait avec 3-4 jours d'intervalle. Les chercheurs ont mesuré le nombre de mots correctement rappelés après chaque session, puis à un test final proposé 7 jours après la fin de la formation.



Pendant les sessions d'apprentissage, sans surprise les meilleurs étaient ceux du premier groupe qui ont suivi les sessions les unes à la suite des autres. En revanche, une semaine plus tard la tendance s'inverse et les meilleurs ont été ceux qui ont eu les séances espacées de 3-4 jours.

Pourquoi un tel écart de performance entre ceux qui apprennent tout le même jour et ceux qui étalent leur apprentissage sur plusieurs journées ?

## AU NIVEAU NEURONAL : L'ESPACEMENT PROTÈGE LES NEURONES DE VOTRE MÉMOIRE

Une première explication de l'effet bénéfique de l'espacement sur les apprentissages nous vient des neurosciences. Une étude en neuroimagerie chez l'animal semble indiquer que l'efficacité de l'espacement des apprentissages est liée à une meilleure survie des neurones de l'hippocampe (liés à la mémoire).

Ces neurones sont générés chaque jour dans votre cerveau. Cependant, nombre d'entre eux meurent naturellement au bout de quelques semaines. Pour survivre, les neurones de l'hippocampe ont besoin d'être mobilisés.

Par conséquent, **espacer les moments d'apprentissage permet de sauver davantage de neurones que les sessions massées**, car de nouveaux neurones mobilisables seront apparus entre chaque session. Cette méthode vous permettra donc de retenir davantage de ce que vous avez appris.

## AU NIVEAU PSYCHOLOGIQUE : PLUS DE FEEDBACK ET PLUS D'EFFORT POUR UN MEILLEUR APPRENTISSAGE

Une deuxième explication de l'impact positif de l'apprentissage espacé est fondée sur la psychologie cognitive.

Si votre amie vient de vous expliquer les règles du bridge et qu'elle vous pose immédiatement une question pour vérifier que vous avez bien compris, l'information est encore stockée dans votre mémoire de court terme : vous pouvez donc la restituer avec autant de facilité que si l'on vous demandait de passer le sel qui se trouve à votre droite sur la table.

**Si vous attendez le lendemain** pour essayer de vous rappeler des règles du jeu, vous allez peut-être vous tromper, **mais vous obtiendrez alors un feedback clair** sur votre niveau de maîtrise réel, contrairement à la restitution immédiate, qui bien souvent ne reflète rien d'autre que la persistance temporaire temporaire de l'information dans votre mémoire de court terme. Par ailleurs, **vous allez devoir fournir un effort plus important** pour vous remémorer ce que l'on vous a expliqué.

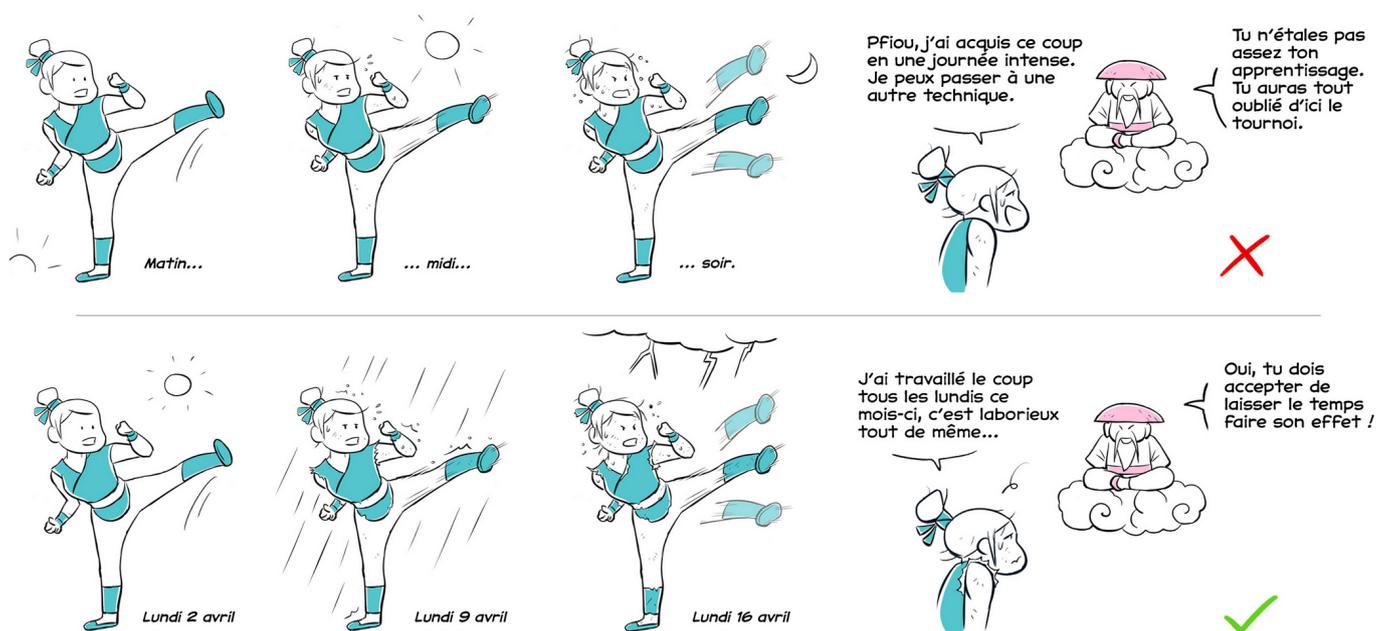
Ces deux mécanismes comportementaux (le feedback et l'effort) vous permettront de **retracer plus facilement le chemin qui mène à l'information** recherchée lorsque vous en aurez besoin à l'avenir. Vos difficultés à récupérer l'information, loin d'être des obstacles à votre apprentissage, vous aideront à le consolider sur le long terme.

### NE TIREZ PAS SUR L'ARBRE DE LA COMPÉTENCE

L'espacement des apprentissages se comprend encore mieux si l'on prend une métaphore. Imaginons votre mémoire comme une forêt. Les sentiers qui la traversent sont les traces de vos apprentissages dans votre mémoire ; la végétation qui les recouvre progressivement représente l'oubli. Lorsque vous empruntez quatre fois le même sentier en une journée, vous ne dégarez pas davantage le chemin que si vous n'aviez emprunté ce sentier que deux ou trois fois. En revanche, si vous n'y retournez pas, la végétation repoussera plus vite sur le long terme. En marchant sur le sentier le même nombre de fois sur une période plus longue, vous empêchez ainsi la végétation de recouvrir le sentier pour plus longtemps.

Une deuxième métaphore utile à la compréhension est de concevoir les compétences comme autant de plantes à faire pousser. Ce n'est pas en arrosant plus la plante qu'on l'aide à grandir, mais en l'arrosant régulièrement à la bonne dose. **"On ne fait pas pousser une plante plus vite en lui tirant dessus"**, nous disent nos grand-mères qui, comme souvent, ont raison. Lorsque les neurosciences, la psychologie cognitive, et les grands-mères s'accordent sur le même principe, il est grand temps de passer à la mise en application.

## CONSEILS PRATIQUES POUR LES ENSEIGNANTS ET LES FORMATEURS



- **Laissez au moins passer une journée entre vos sessions d'apprentissage** : vos apprenants ont besoin de temps pour constituer une trace mentale correcte de ce qu'ils viennent d'apprendre.
- **Démarrez chaque session d'apprentissage par des exercices de récupération active** de ce qui a été vu lors de la session précédente.
- **Mélangez espacement et alternance des notions à travailler** pour augmenter le niveau de difficulté : l'effet sera d'autant plus fort.
- **Espacez différemment selon la compétence à transmettre** : quelques jours suffisent pour une simple liste de mots de vocabulaire, mais si vous enseignez des concepts plus complexes, n'hésitez pas à les espacer de plusieurs semaines.
- Pour trouver le bon degré d'espacement, **proposez un test en début de parcours pour déterminer où en sont vos apprenants** : ce test de positionnement vous permettra de connaître les notions pour lesquelles leur mémoire a besoin d'un petit rafraîchissement.

• **Conciliez espacement et motivation durable** : ce n'est pas parce que vous laissez passer du temps entre les moments d'apprentissage que vos apprenants vont se démotiver. La motivation peut être renforcée de nombreuses manières qui ne sont en rien incompatibles avec l'espacement des apprentissages. Par exemple, vous la renforcerez en proposant le bon niveau de challenge à vos apprenants.

#### Sources

- [1] Bahrick, H. P., & Hall, L. K. (2005). The importance of retrieval failures to long-term retention: A metacognitive explanation of the spacing effect. *Journal of Memory and Language*, 52(4), 566-577.
- [2] Sisti, H. M., Glass, A. L., & Shors, T. J. (2007). Neurogenesis and the spacing effect: learning over time enhances memory and the survival of new neurons. *Learning & memory*, 14(5), 368-375.
- [3] Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.

# Corrigé de la question d'introduction

Parmi les méthodes suivantes pour passer du savoir-faire à l'automatisme, quelles sont celles qui font le moins débat aujourd'hui dans la recherche en sciences cognitives ?

- Espacer le travail d'apprentissage
- Relire ou réviser un cours de manière répétée
- Se mettre en difficulté suffisante lors des entraînements
- Retrouver de mémoire ce qu'on doit apprendre
- Utiliser des émotions fortes durant l'apprentissage
- Utiliser des raccourcis mentaux

Les quatre faits suivants sont solidement étayés par la recherche. On récupère plus facilement ce qu'on sait faire si :

1. On fait l'effort de **retrouver de mémoire** ce qu'on a appris (en se testant par exemple)
2. On dispose de **raccourcis** pour retrouver facilement les informations importantes (en utilisant des moyens mnémotechniques par exemple).
3. On s'exerce dans des **conditions suffisamment difficiles**, pour augmenter l'effort (en alternant régulièrement les exercices par exemple).
4. On **répartit les sessions de travail** dans le temps (en laissant passer une nuit avant de s'exercer de nouveau par exemple).

# Epilogue



Vous savez désormais tout ce dont le cerveau a besoin pour construire une nouvelle compétence et pour transformer un savoir-faire en automatisme.

Ces 8 piliers vous serviront à passer de la pure transmission d'informations à la réelle maîtrise de compétences, sur n'importe quel sujet.

Vous pouvez dès maintenant appliquer ce que vous venez de lire et approfondir votre compréhension des piliers de l'apprentissage durable en testant nos formations "Apprendre à apprendre" :

Nous comptons sur vous pour transmettre ces bonnes pratiques autour de vous et dans votre organisation : c'est en partageant ce que nous savons de meilleur que nous construirons ensemble une véritable culture de l'apprentissage.

A bientôt pour de nouvelles aventures pédagogiques,

L'équipe Didask

DIDASK



**Apprendre et transmettre plus efficacement grâce aux sciences cognitives**

13 COMPÉTENCES

DIDASK



**Enrichir ses formations grâce aux sciences cognitives**

14 COMPÉTENCES

DIDASK



**Apprendre à apprendre grâce aux sciences cognitives**

8 COMPÉTENCES

# Bibliographie

- **Bahrick, H. P., & Hall, L. K. (2005).** The importance of retrieval failures to long-term retention: A metacognitive explanation of the spacing effect. *Journal of Memory and Language*, 52(4), 566-577.
- **Baranes, A. F., Oudeyer, P. Y., & Gottlieb, J. (2014).** The effects of task difficulty, novelty and the size of the search space on intrinsically motivated exploration. *Frontiers in neuroscience*, 8, 317.
- **W.F. Battig. Facilitation and Interference.** In: **Bilodeau, E.A. (Ed.), Acquisition of Skill, Academic Press, New York (1966)**, pp. 215-244.
- **Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995).** Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of educational research*, 65(3), 245-281.
- **Gholami, V., Morady Moghaddam, M. (2013).** The effect of weekly quizzes on students' final achievement score. *Modern Education and Computer Science*, (1), 36-41.
- **Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004).** Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of motor behavior*, 36(2), 212-224.
- **Hattie, J. (2008).** Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge.
- **Howe, M.L.; Knott, L.M. (2015).** The fallibility of memory in judicial processes: lessons from the past and their modern consequences. *Memory*. 2015;23(5):633-56.
- **Mather, M.; Sutherland, M. R. (2011).** Arousal-biased competition in perception and memory. *Perspectives on Psychological Science*. 6 (2): 114–133. PMC 3110019 Freely accessible. PMID 21660127.
- **Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001).** Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93, 377–389.
- **Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991).** Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of educational psychology*, 83(4), 484.
- **de Fockert, J. W., Rees, G., Frith, C. D., & Lavie, N. (2001).** The role of working memory in visual selective attention. *Science*, 291(5509), 1803-1806.
- **Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001).** Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93, 187–198.
- **McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001).** Working memory capacity and strategy use. *Memory & cognition*, 29(1), 10-17.
- **Mulligan, N. W. (2005).** Total retrieval time and hypermnesia: Investigating the benefits of multiple recall tests. *Psychological Research*, 69, 272-284.
- **Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006).** Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249-255.
- **Sisti, H. M., Glass, A. L., & Shors, T. J. (2007).** Neurogenesis and the spacing effect: learning over time enhances memory and the survival of new neurons. *Learning & memory*, 14(5), 368-375.
- **Taylor, K., & Rohrer, D. (2010).** The effects of interleaved practice. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 837-848.
- **Vygotsky, L. S. (1980).** *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard university press.
- **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.

# Pour aller plus loin

- **Brown, P., Roediger, H., McDaniel, M., Pasquinelli, E., Randon-Furling, J., & Viguiet, A. (2016).** Mets-toi ça dans la tête ! les stratégies d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives (Condition humaine). Genève : Éditions Markus Haller.
- **Clark, Ruth C, and Richard E. Mayer (2011).** E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. San Francisco : Pfeiffer.
- **Koster, Raph (2005).** A theory of fun for game design. Scottsdale : Paraglyph Press.

# À propos de Didask



## L'origine de Didask

Nous avons créé Didask pour mettre en œuvre une conviction : celle que le numérique peut améliorer les apprentissages tout en réduisant les inégalités face au savoir, grâce à un enseignement plus personnalisé et plus actif.

L'entreprise est née de la rencontre entre Son Thierry Ly et Arnaud Riegert, deux anciens élèves de l'École normale supérieure dont ils ont fondé et dirigé entre 2008 et 2013 les programmes d'égalité des chances à destination de lycéens. Cette expérience leur a donné l'envie d'innover dans le domaine de la pédagogie numérique, ce qui a abouti à la création de Didask en 2014. Ils sont rejoints dès 2015 par Abdou Mourahib, entrepreneur dans le domaine de l'environnement, chargé d'organiser le développement de l'entreprise à leurs côtés.

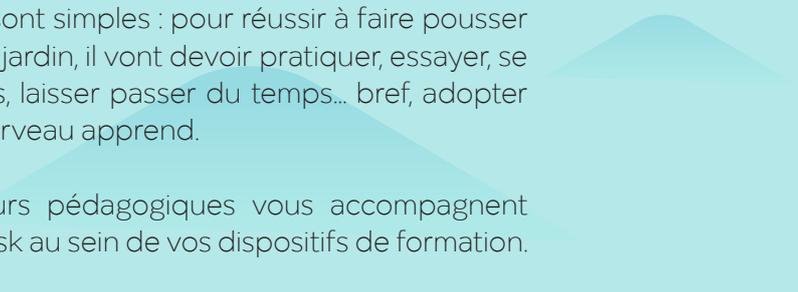
## Notre vision

Nous défendons une vision des EdTech où les outils d'éducation numérique ne se contentent pas de « numériser l'éducation » mais innovent réellement sur le plan pédagogique, en offrant des moyens de former et d'apprendre différemment, mais surtout efficacement. Notre démarche de chercheurs spécialisés sur les questions éducatives nous a donné l'envie de développer une plateforme qui répondrait à ce besoin en promouvant des techniques d'apprentissage fondées sur des preuves scientifiques issues de la recherche en psychologie cognitive.

Grâce à la recherche en psychologie cognitive, on sait que notre cerveau a un fonctionnement naturel pour apprendre, et que ce fonctionnement est le même pour tous. Didask propose un univers d'apprentissage dans lequel les apprenants trouvent tout ce dont ils ont besoin pour développer de vraies compétences, sur n'importe quel sujet.

Cet univers, c'est la plateforme Didask : un jardin virtuel dont les apprenants vont devoir s'occuper pour développer de nouvelles aptitudes. Les règles du jeu sont simples : pour réussir à faire pousser des arbres robustes dans ce jardin, ils vont devoir pratiquer, essayer, se tromper, alterner les activités, laisser passer du temps... bref, adopter les réflexes qui font que le cerveau apprend.

Nos chercheurs et ingénieurs pédagogiques vous accompagnent dans le déploiement de Didask au sein de vos dispositifs de formation.



# Notre activité

Le métier de Didask est d'accompagner les organisations qui cherchent à obtenir de meilleurs résultats d'apprentissage, notamment sur la formation en ligne.

## FORMEZ EFFICACEMENT AVEC NOS JARDINS D'APPRENTISSAGE

La particularité des formations sur Didask est qu'elles prennent la forme d'un jardin d'apprentissage virtuel, un espace ludique, personnel, et bienveillant, où les compétences à développer sont des arbres à faire pousser. Dans ce jardin, toutes les conditions sont réunies pour libérer les mécanismes naturels par lesquels le cerveau apprend.

Pour développer de nouvelles aptitudes, l'apprenant doit se plier à quelques grands principes issus des sciences cognitives : apprentissage par essai erreur (l'apprenant passe 80% de son temps en situation active), espacement des apprentissages dans le temps...

Le studio Didask a été pensé pour guider les créateurs de formations dans la mise en application des méthodes pédagogiques démontrées par la recherche en sciences cognitives. Les parcours sont découpés finement en graines de compétences qui doivent obligatoirement contenir 5 à 10 exercices de cas pratiques.

## DIDASK ACCOMPAGNE FORMATEURS ET ENSEIGNANTS

Quel que soit le sujet, nos experts pédagogiques peuvent créer ou vous accompagner à créer des parcours de formation sur mesure. Nous vous conseillons aussi sur la meilleure manière d'intégrer ces formations à vos dispositifs existants. Notre objectif : vous outiller le plus vite possible à concevoir des formations efficaces et à diffuser les bonnes pratiques d'apprentissage dans votre organisation en toute autonomie.



# Nos experts pédagogiques



**Son Thierry LY**

Chercheur en économie de l'éducation  
Expert en pédagogie



**Svetlana MEYER**

Doctorante en sciences cognitives  
au Laboratoire de Psychologie et de  
NeuroCognition



**Philip MOORE**

Ingénieur pédagogique, spécialiste de  
la transformation digitale



**Benoît CHOFFIN**

Doctorant en Machine Learning  
à Paris Saclay



**Alice LATIMIER**

Doctorante Sciences cognitives, ENS/Didask  
Experte en psychologie cognitive  
expérimentale



[www.didask.com](http://www.didask.com)

