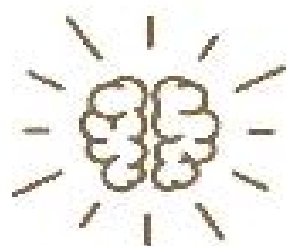


BARBARA OAKLEY

On
ne naît pas
brillant,
**on
le devient !**



La méthode
pour exceller
PARTOUT
(même en maths)

FIRST
EDITIONS

Barbara Oakley

On
ne naît pas
brillant,
on
le devient !

FIRST
ÉDITIONS

A Mind for Numbers, How to Excel at Math and Science

Copyright © 2014 by Barbara Oakley,

All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This edition is published by arrangement with TarcherPerigee, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC.

© Éditions First, un département d'Édi8, 2019.

« Cette œuvre est protégée par le droit d'auteur et strictement réservée à l'usage privé du client. Toute reproduction ou diffusion au profit de tiers, à titre gratuit ou onéreux, de tout ou partie de cette œuvre, est strictement interdite et constitue une contrefaçon prévue par les articles L 335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle. L'éditeur se réserve le droit de poursuivre toute atteinte à ses droits de propriété intellectuelle devant les juridictions civiles ou pénales. »

ISBN : 978-2-412-04648-7

ISBN numérique : 978-2-412-05007-1

Dépôt légal : mai 2019

Traduction : Nicolas Dupin

Correction : Anne-Lise Martin

Éditions First, un département d'Édi8

12, avenue d'Italie

75 013 Paris – France

Tél. : 01 44 16 09 00

Fax : 01 44 16 09 01

E-mail : firstinfo@efirst.com

Site internet : www.editionsfirst.fr

Ce document numérique a été réalisé par *Nord Compo*.

Ouvrez la porte

Quand vous ouvrez votre réfrigérateur, quelles sont vos chances d'y découvrir un zombie qui tricote des chaussettes ? Probablement à peu près les mêmes qu'une personne comme moi, sensible et tournée vers les langues, se retrouve professeur de génie physique.

À l'école, je détestais vraiment les maths et les sciences. J'ai passé mes années de lycée à récolter des mauvaises notes dans ces matières, et je n'ai commencé à étudier la trigonométrie (en cours de rattrapage) qu'à l'âge de vingt-six ans.

Dans mon enfance, même l'idée de lire l'heure sur le cadran d'une horloge me semblait absurde. Pourquoi était-ce la petite aiguille qui désignait les heures ? N'aurait-il pas fallu que ce soit la grande aiguille, puisque l'heure était plus importante que les minutes ? L'horloge indiquait-elle 10 h 05, ou 13 h 50 ? J'étais constamment perdue. La télévision me posait encore plus de problèmes. À cette époque, avant les télécommandes, je ne savais même pas quel bouton permettait d'allumer le poste. Je ne pouvais regarder une émission qu'en compagnie de mon frère ou de ma sœur. Eux savaient non seulement allumer la TV, mais aussi trouver la chaîne sur laquelle passait le programme que nous voulions regarder. Super !

Vu mon inaptitude technique, et mes mauvaises notes en maths et en sciences, je ne pouvais qu'en conclure que je n'étais pas très intelligente. En tout cas, pas dans ces domaines. Je n'en étais pas consciente alors, mais le fait

de me considérer moi-même comme une incapable du point de vue technique, scientifique et mathématique façonnait ma vie.

À la base de tout, se trouvaient mes difficultés en mathématiques. J'en étais venue à considérer les chiffres et les équations comme des maladies mortelles, qu'il me fallait éviter à tout prix. Je ne savais pas, à ce moment-là, qu'il existait des trucs mentaux simples, qui auraient pu rendre les maths compréhensibles pour moi, des trucs qui aident non seulement ceux qui sont mauvais en maths, mais aussi ceux qui sont bons.

Je ne comprenais pas que ma façon de penser était typique des gens qui croient qu'ils ne sont pas faits pour les maths et les sciences. Je me rends compte aujourd'hui que mon problème était lié à deux façons très différentes de voir le monde. En ce temps-là, je ne savais faire appel qu'à une seule façon d'apprendre, si bien que je restais sourde à la musique des mathématiques.

Les mathématiques, telles qu'on les enseigne dans le système scolaire américain, peuvent être une discipline sacrée. Elles passent logiquement et majestueusement des additions aux soustractions, puis aux multiplications et aux divisions. Ensuite, elles s'élèvent vers les cieux de la beauté mathématique. Mais les maths peuvent aussi être de méchantes sorcières. Elles sont totalement impitoyables s'il vous arrive de rater la moindre étape de leur ordre logique, et il est très facile de rater une étape. Il suffit d'une vie de famille perturbante, d'un prof en dépression, ou d'une malencontreuse maladie qui se prolonge, ne serait-ce qu'une semaine ou deux, à un moment critique, et vous voilà en déroute.

Ou bien, comme ce fut mon cas, il suffit simplement de n'avoir aucun intérêt, ou talent apparent pour cette matière.

En classe de cinquième, ma famille a été frappée par une catastrophe. Mon père a perdu son emploi, après avoir été gravement blessé au dos. Nous nous sommes retrouvés dans un secteur scolaire misérable, où un prof de maths grincheux nous obligeait à rester assis pendant des heures, dans une chaleur étouffante, à faire machinalement des additions et des multiplications.

Pire que tout, ce M. Grincheux refusait de fournir la moindre explication. Il semblait aimer nous voir patauger.

À ce stade, non seulement je ne voyais aucune utilité aux maths, mais je les détestais résolument. Et pour ce qui était des sciences dans leur ensemble, ce

n'était guère mieux. Lors de ma première expérience en classe de chimie, mon professeur a décidé de nous donner, à mon binôme de laboratoire et à moi, un produit différent de celui qu'il distribuait au reste de la classe. Il nous a ridiculisés quand nous avons trafiqué les données pour essayer d'arriver aux mêmes résultats que tous les autres élèves.

Et quand mes parents, animés de bonnes intentions, ont vu mes mauvaises notes, et m'ont poussée à demander de l'aide au prof en dehors de ses heures de cours, je me suis dit que j'avais mieux à faire.



Moi, âgée de dix ans, avec l'agneau Earl. J'adorais les animaux, la lecture, et la rêverie. Maths et sciences ne faisaient pas partie de mes distractions.

« Moi, à l'âge de 10 ans (septembre 1966), avec l'agneau Earl », avec l'aimable autorisation de l'autrice

De toutes façons, maths et sciences ne servaient à rien. Les dieux des cours obligatoires étaient juste résolus à m'enfoncer ces disciplines dans le crâne. Pour me défendre, je refusais de comprendre tout ce qui m'était enseigné, et je ratais avec véhémence la moindre interrogation. Il était impossible de déjouer ma stratégie.

J'avais d'autres centres d'intérêt cependant. J'aimais l'histoire, les sciences sociales, la culture, et surtout les langues. Heureusement, ces matières me permettaient de maintenir ma moyenne à flot.

Dès ma sortie du lycée, je me suis engagée dans l'armée parce qu'on m'y payait pour apprendre une langue. J'ai étudié le russe (langue que j'avais choisie sur un coup de tête) avec tant de succès que j'ai obtenu une bourse de l'armée. Je suis partie à l'université de Washington pour passer une licence de langues et littérature slaves, que j'ai obtenue avec mention. Je parlais russe avec fluidité, et mon accent était si bon qu'on croyait parfois qu'il s'agissait de ma langue maternelle. J'ai consacré beaucoup de temps à acquérir cette compétence. Plus je devenais bonne en russe, plus j'aimais ce que je faisais. Et plus j'aimais ce que je faisais, plus j'y consacrais du temps. Mon succès renforçait mon désir de m'exercer, ce qui entraînait de nouveaux succès.

Mais à la suite de circonstances totalement imprévisibles, j'ai été nommée sous-lieutenant dans le corps des transmissions de l'U.S. Army. On s'attendait soudain à ce que je devienne experte dans le domaine de la radio, des télégrammes et des centraux téléphoniques. Quel changement ! J'avais été sur un petit nuage en tant que linguiste accomplie, aux commandes de mon destin, et on me jetait dans un nouveau monde technologique dans lequel j'étais complètement handicapée.

Mince !

On m'a obligée à m'inscrire à une formation en électronique axée sur les mathématiques (j'ai fini dernière de la classe), et puis je suis partie en Allemagne de l'Ouest, où je suis devenue un piètre chef de peloton dans les communications. Je me suis aperçue que les officiers et les engagés vraiment compétents du point de vue technique étaient très recherchés.

Ils étaient vraiment précieux pour résoudre les problèmes, et leur travail aidait tout le monde à accomplir sa mission.

J'ai réfléchi à l'évolution de ma carrière, et je me suis rendu compte que j'avais suivi mes passions, sans être prête à en trouver de nouvelles. De ce fait, je m'étais enfermée sans le vouloir. Si je restais dans l'armée, mes médiocres connaissances techniques feraient toujours de moi une citoyenne de seconde zone.

Mais d'un autre côté, si je quittais l'armée, que pouvais-je faire avec une licence en langues et littérature slaves ? Il n'y a pas beaucoup de travail pour les linguistes russes. En gros, j'allais être en concurrence, pour des emplois de secrétaire débutante, avec des millions d'autres personnes qui avaient également une licence de lettres. Un puriste aurait pu soutenir que je m'étais distinguée, à la fois au cours de mes études et dans l'armée, et que je pouvais trouver un bien meilleur emploi, mais ce puriste aurait alors ignoré à quel point le marché du travail s'avère parfois difficile.

Heureusement, une autre possibilité originale s'offrait à moi. L'un des grands avantages de mon engagement dans l'armée était que je disposais, pour compenser le coût de futures études, de l'argent du G.I. Bill, ce programme d'étude du gouvernement américain, destiné aux militaires. Et si j'utilisais cette aide pour réaliser l'impensable et essayer de me recycler ? Pouvais-je réorganiser mon cerveau de mathophobe pour lui faire aimer les maths ? Et passer de technophobe à mordue de technologie ?

Je n'avais jamais entendu parler de quelqu'un qui aurait déjà fait cela, et certainement pas au sortir d'abîmes phobiques comme ceux dans lesquels j'avais sombré. Il ne pouvait pas y avoir plus étranger à ma personnalité que la maîtrise des maths et des sciences. Mais mes collègues militaires m'avaient montré les avantages concrets qu'il en résulterait.

Cela devint un défi, un défi irrésistible.

Je décidais de réorganiser mon cerveau.

Ce ne fut pas chose facile. Les premiers semestres furent pleins d'une frustration effrayante. J'avais l'impression d'avoir les yeux bandés. La plupart des étudiants, plus jeunes, autour de moi semblaient avoir un talent naturel pour trouver les solutions, tandis que je me heurtais à des murs.

Mais j'ai commencé à comprendre ce qui se passait. J'ai réalisé qu'une partie de mon problème initial était que j'avais mal orienté mes efforts, comme si j'essayais de soulever une poutre sur laquelle je me tenais. J'ai commencé à

apprendre des petits trucs, sur la façon d'étudier, mais aussi sur le moment où il fallait s'arrêter. J'ai appris que l'assimilation de certains concepts et techniques pouvait être un outil puissant. J'ai aussi appris à ne pas m'attaquer à trop de choses à la fois, même si cela signifiait que mes camarades de classe obtenaient parfois leur diplôme avant moi, parce que je ne m'inscrivais pas à autant de cours qu'eux chaque semestre.

Peu à peu, tandis que *j'apprenais à apprendre* les maths et les sciences, les choses devinrent plus faciles. Contre toute attente, exactement comme cela s'était passé pour mes études de langue, plus je devenais compétente, plus j'aimais ce que je faisais.

L'ancienne « reine des nuls en maths » a ensuite passé une licence en génie électrique, puis une maîtrise en génie électrique et informatique. Finalement, j'ai obtenu un doctorat en ingénierie des systèmes, avec une vaste expérience dans le domaine de la thermodynamique, de l'électromagnétique, de l'acoustique, et de la physico-chimie. Plus je progressais, plus mes résultats devenaient bons.

Quand j'en suis arrivée à mes études doctorales, j'obtenais facilement des notes parfaites (bon, peut-être pas tout à fait « facilement », obtenir de bonnes notes nécessitait quand même du travail, mais le travail que je devais accomplir était clair).

Ensuite, en tant que professeur de génie physique, je me suis intéressée aux mécanismes du cerveau. Cet intérêt découlait naturellement du fait que l'ingénierie se trouve au cœur des images médicales qui nous permettent de déterminer comment le cerveau fonctionne. Je peux désormais voir plus clairement comment et pourquoi j'ai été capable de modifier mon cerveau. Je vois également comment je peux vous aider à apprendre plus efficacement, sans la frustration et les difficultés que j'ai connues. Et en tant que chercheuse dont le travail se situe à la frontière entre l'ingénierie, les sciences sociales et les lettres, je suis également consciente de la créativité essentielle qui sous-tend l'art et la littérature, mais aussi les maths et les sciences.

Si vous ne vous considérez pas vous-même (pas encore, en tout cas) comme naturellement bon en maths et en sciences, vous serez peut-être surpris d'apprendre que le cerveau est conçu pour faire d'extraordinaires calculs mentaux.

Nous faisons ces calculs chaque fois que nous attrapons une balle, que notre corps se balance au rythme d'une chanson, ou que nous évitons un nid-de-poule sur la route au volant d'une voiture. Nous réalisons souvent des calculs complexes, en résolvant inconsciemment des équations élaborées, sans savoir que nous connaissons parfois déjà la solution, tandis que nous nous acheminons lentement vers celle-ci. En fait, nous avons tous naturellement le sens des maths et des sciences. Fondamentalement, il nous faut simplement en maîtriser le jargon et la culture.

Pour écrire ce livre, j'ai contacté des centaines de grands professeurs et enseignants en mathématiques, physique, chimie, biologie et ingénierie, mais aussi en éducation, psychologie, neurosciences, et dans des disciplines professionnelles telles que le commerce et les sciences de la santé. J'ai constaté avec surprise que ces experts d'envergure mondiale avaient souvent utilisé précisément les approches exposées dans ce livre, quand eux-mêmes étudiaient leur discipline.

Ces techniques étaient également celles que ces experts demandaient à leurs étudiants d'employer, mais comme elles semblent parfois contraires à la logique, voire irrationnelles, les éducateurs ont souvent du mal à transmettre leur principe essentiel.

En fait, parce que ces méthodes d'apprentissage et d'enseignement sont tournées en dérision par les enseignants ordinaires, les profs superstars me révélaient parfois leurs secrets en matière d'enseignement et d'apprentissage avec beaucoup d'embarras, sans savoir que de nombreux éducateurs de haut niveau employaient des approches similaires. Bon nombre de ces connaissances gratifiantes étant rassemblées dans un seul livre, vous aussi vous pouvez facilement apprendre et appliquer ces techniques pratiques, glanées en partie chez les meilleurs enseignants et professeurs.

Ces techniques seront particulièrement précieuses pour vous aider à apprendre plus profondément et plus efficacement dans un laps de temps restreint. Vous trouverez aussi des éclairages apportés par des étudiants ou grands débutants, des personnes qui ont les mêmes contraintes et préoccupations que vous.

N'oubliez pas que le présent livre s'adresse aux experts en maths comme aux mathophobes. Il a été écrit pour vous permettre d'apprendre les maths et les

sciences plus facilement, indépendamment de vos notes antérieures dans ces disciplines, que vous pensiez être bon ou mauvais dans ces matières. Cet ouvrage est destiné à dévoiler vos processus mentaux, pour que vous compreniez comment votre esprit apprend, et aussi comment il vous fait parfois croire que vous apprenez, alors que ce n'est pas le cas.

Ce livre comprend également de nombreux exercices destinés à renforcer vos compétences. Vous pourrez les mettre en pratique directement dans vos études actuelles. Si vous êtes déjà bon en chiffres ou en sciences, les idées contenues dans ce livre peuvent vous aider à devenir encore meilleur. Elles augmenteront votre plaisir, votre créativité, et votre élégance dans la résolution d'équations.

Si vous êtes simplement convaincu que vous n'avez aucun don pour les chiffres ou les sciences, ce livre pourrait vous faire changer d'avis. Vous aurez peut-être du mal à le croire, mais tous les espoirs vous sont permis. Quand vous suivrez ces conseils concrets, basés sur la façon dont nous apprenons réellement, vous serez surpris de constater les changements qui s'opèrent en vous, des changements qui permettront à de nouvelles passions de s'épanouir.

Ce que vous découvrirez vous aidera à devenir plus efficace et plus créatif, en maths et en sciences, mais aussi dans la quasi-totalité de vos entreprises.

Alors commençons !

2

Allez-y doucement

Pourquoi trop insister fait parfois partie du problème

Si vous voulez comprendre les secrets essentiels de l'apprentissage des maths et des sciences, regardez l'illustration qui suit.



Magnus Carlsen (à gauche), âgé de treize ans, et Garry Kasparov, génie légendaire des échecs, jouant en blitz en 2004, lors d'un tournoi (le « Reykjavik Rapid »). Le trouble de Kasparov commence seulement à apparaître.

Magnus Carlsen et Garry Kasparov, avec l'aimable autorisation de CBS News

L'homme à droite est un légendaire grand maître d'échecs, Garry Kasparov. Le garçon à gauche est Magnus Carlsen, âgé de treize ans. Carlsen s'écarte nonchalamment de l'échiquier au point culminant d'une partie de blitz (où les joueurs disposent de peu de temps pour réfléchir aux déplacements des pièces, ou à la stratégie). C'est un peu comme si un funambule décidait de faire un salto arrière au cours d'une traversée au-dessus des chutes du Niagara sur une corde raide.

Oui, Carlsen essayait de déstabiliser son adversaire. Au lieu d'anéantir le jeune insolent, Kasparov, troublé, fit match nul. Mais Carlsen, un joueur remarquable, qui devint ensuite l'un des plus jeunes grands maîtres de l'histoire, faisait bien davantage que manipuler son adversaire plus âgé. Comprendre la démarche de Carlsen peut nous aider à saisir comment l'esprit humain apprend les maths et les sciences.

Avant d'examiner comment Carlsen a déstabilisé Kasparov, il nous faut préciser quelques idées essentielles sur la manière dont on pense (mais je vous

promets de revenir à Carlsen).

Dans ce chapitre, nous allons aborder certains des principaux thèmes du livre, ne soyez donc pas surpris si votre réflexion doit faire des allers-retours : être capable d'activer sa pensée, d'entrevoir ce que l'on apprend, avant d'y revenir par la suite, pour mieux comprendre, est en soi l'une des idées principales de cet ouvrage !

À VOUS DE JOUER !

Amorcez votre pompe mentale

Quand vous abordez pour la première fois un chapitre qui traite de concepts mathématiques ou scientifiques, il est utile de commencer par « survoler » le texte, en jetant un rapide coup d'œil aux graphiques, diagrammes et photos, mais aussi aux titres, aux résumés, et même aux questions en fin de chapitre (le cas échéant). Cela vous semblera sans doute paradoxal, puisque vous n'avez pas encore réellement lu ce chapitre, mais vous amorcerez ainsi votre pompe mentale. Alors allez-y, parcourez rapidement ce chapitre, et les questions qui se trouvent à la fin.

Lire « en diagonale », avant de lire attentivement, aide à organiser ses pensées. Vous créerez des points d'ancrage neurologiques, auxquels votre réflexion pourra se raccrocher, ce qui facilitera la compréhension des concepts.

Pensée concentrée contre pensée diffuse

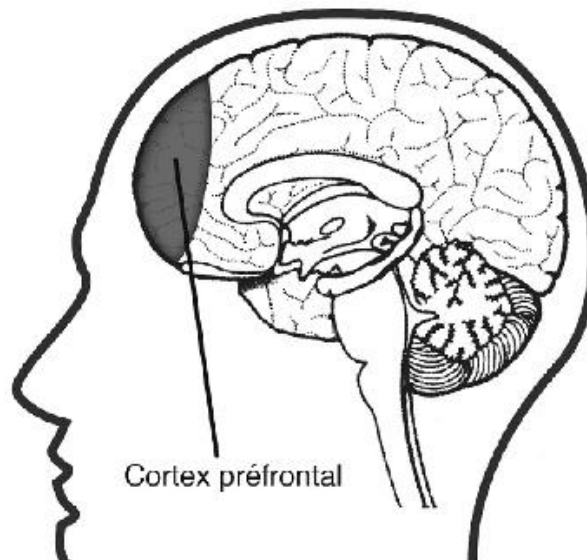
Depuis le tout début du XXI^e siècle, les neurosciences ont fait des progrès énormes dans la compréhension des deux types de réseaux entre lesquels le cerveau alterne : les états de grande attention et ceux de repos. Nous appellerons les processus de pensée liés à ces deux sortes de réseaux « mode concentré » et « mode diffus ».

Ces modes jouent un rôle extrêmement important dans l'apprentissage. Il semble que nous passions fréquemment de l'un à l'autre au cours de nos activités quotidiennes : on est soit dans l'un, soit dans l'autre, mais on ne peut pas être délibérément dans les deux au même moment.

Le mode diffus semble capable de traiter calmement un sujet à l'arrière-plan, un sujet sur lequel on ne se concentre pas activement. Il peut aussi nous

arriver de passer en mode diffus pendant un court instant, pour penser de cette manière.

La pensée en mode concentré est essentielle à l'étude des maths et des science. Elle implique une approche directe de la résolution des problèmes, à l'aide de démarches rationnelles, séquentielles et analytiques. Ce mode focalisé est associé aux capacités de concentration du cortex préfrontal du cerveau, situé juste derrière le front. Dirigez votre attention vers quelque chose, et boum : le mode concentré s'allume, comme le faisceau lumineux, étroit et pénétrant, d'une torche électrique.



Le cortex préfrontal est la zone située juste derrière le front.
Cortex préfrontal, image © 2014 Kevin Mendez

La pensée en mode diffus est également essentielle dans l'apprentissage des maths et des sciences. Elle nous permet de voir brusquement sous un nouvel angle un problème avec lequel nous nous débattons, et elle est associée aux vues d'ensemble. La pensée en mode diffus est celle qui s'active quand vous relâchez votre attention et laissez simplement vagabonder votre esprit. Cette relaxation permet à diverses zones du cerveau de s'enclencher et de renvoyer des idées précieuses. Contrairement au mode concentré, le mode diffus semble moins associé à une partie spécifique du cerveau. On peut le considérer comme étant « diffusé » dans tout le cerveau. Les idées du mode diffus découlent

souvent d'une réflexion préliminaire, qui a eu lieu en mode concentré (le mode diffus doit disposer d'argile pour façonner des briques !).

Apprendre implique l'activation complexe du traitement neuronal dans différentes zones du cerveau, ainsi que des allers-retours entre les deux hémisphères. Cela signifie que penser et apprendre est plus compliqué que simplement passer du mode concentré au mode diffus. Heureusement, il n'est pas nécessaire d'examiner plus en détail les mécanismes physiques, nous allons employer une autre approche.

Le mode concentré : un flipper dense

Pour comprendre les processus mentaux concentré et diffus, nous allons jouer au flipper (en maths et en sciences, les métaphores sont des outils efficaces pour apprendre). Sur les vieux flippers, on tirait sur un lance-billes (une tirette à ressort, qui frappait une boule en acier). La bille lancée finissait par rebondir au hasard sur des « champignons » ronds, revêtus de caoutchouc.



Un joyeux zombie jouant au flipper neuronal.
Flipper, image © 2014 Kevin Mendez

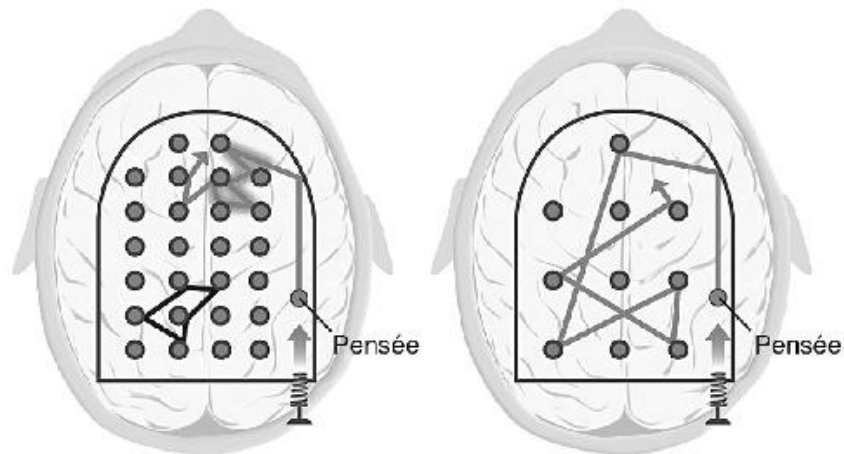
Regardez l'illustration ci-contre. Quand vous dirigez votre attention vers un problème, votre esprit tire sur le lance-billes mental et libère une pensée. Boum, cette pensée file dans le flipper, en se cognant un peu partout (comme dans la tête de gauche). C'est le mode concentré de la pensée.

Notez que les champignons ronds sont très rapprochés les uns des autres en mode concentré. Par contre, le mode diffus, à droite, présente des champignons plus écartés (si vous voulez filer cette métaphore, vous pouvez voir chaque champignon comme un groupe de neurones).

Les champignons rapprochés du mode concentré signifient que vous pouvez plus facilement avoir une pensée précise. Fondamentalement, le mode concentré sert à diriger son attention vers des éléments qui sont déjà étroitement liés dans votre esprit, souvent parce que vous en connaissez et maîtrisez les concepts sous-jacents. Si vous examinez la partie supérieure du type de pensée en mode concentré, vous verrez qu'une partie de la ligne est plus large, car elle a souvent été sillonnée. Ce chemin plus large montre que la pensée en mode concentré suit un itinéraire que vous avez déjà emprunté.

Ainsi, vous pouvez utiliser le mode concentré pour multiplier des chiffres, à condition que vous sachiez déjà comment faire des multiplications. Si vous apprenez une langue, vous pouvez utiliser le mode concentré pour la parler plus couramment, en employant la conjugaison d'un verbe espagnol que vous avez appris la semaine précédente. Si vous êtes nageur, vous pouvez utiliser le mode concentré pour analyser votre technique de brasse coulée, quand vous vous entraînez à rester bien droit sous l'eau pour donner davantage d'énergie au mouvement vers l'avant.

Quand vous vous concentrez sur un sujet, le cortex préfrontal, délibérément attentif, envoie automatiquement des signaux le long des voies neurales. Ces signaux relient diverses zones de votre cerveau associées à ce que vous pensez. On pourrait comparer ce processus à une pieuvre qui lance ses tentacules vers différentes zones de son environnement, pour saisir ce qui l'intéresse.



Dans une partie de flipper, une bille, qui représente une pensée, est propulsée par un lance-billes à ressort, puis rebondit au hasard contre des rangées de champignons en caoutchouc. Les deux flippers ci-dessus montrent deux modes de pensée : concentré (à gauche) et diffus (à droite).

L'approche concentrée est liée à une intense focalisation sur un problème ou un concept spécifiques. Mais quand on est en mode concentré, on en vient parfois, accidentellement, à se concentrer intensément et à essayer de résoudre un problème à l'aide de pensées erronées. Ces pensées erronées sont situées à un autre endroit du cerveau, à l'écart des pensées liées aux solutions dont vous avez réellement besoin pour pouvoir résoudre le problème. À titre d'exemple, sur l'illustration de gauche, notez la pensée du haut, au sein de laquelle votre bille de flipper commence par rebondir. Elle est très éloignée, et complètement déconnectée du schéma de pensée en bas, dans le même cerveau. On voit qu'une partie de la pensée du haut semble suivre un chemin sous-jacent plus large. C'est parce que vous avez déjà eu une pensée similaire auparavant. La pensée du bas est une nouvelle pensée, qui ne dispose pas d'un tel chemin sous-jacent.

L'approche diffuse, à droite, implique souvent une vue d'ensemble. Ce mode de pensée est utile quand vous apprenez quelque chose de nouveau. Comme vous le voyez, le mode diffus ne vous permet pas de vous concentrer avec rigueur et intensité pour résoudre un problème spécifique, mais de vous rapprocher de l'endroit où se trouve sa solution, car vous pouvez aller bien plus loin avant de percuter un nouveau champignon.

Pensée concentrée et diffuse, image © 2014 Kevin Mendez

La pieuvre dispose d'un nombre de tentacules limité pour établir des connexions, de même que votre mémoire de travail ne peut conserver qu'un certain nombre d'informations (nous reparlerons de la mémoire de travail plus tard).

Quand vous introduisez un problème pour la première fois dans votre cerveau, vous concentrez souvent votre attention sur des mots (d'un livre, ou de notes de cours). Votre « pieuvre attentionnelle » enclenche alors votre mode concentré. Quand vous commencez à examiner votre problème de façon concentrée, vous pensez de façon « dense », en utilisant les champignons du flipper qui sont rapprochés les uns des autres, pour suivre des voies neurales familières, liées à quelque chose que vous savez déjà ou que vous connaissez. Vos pensées cheminent facilement à travers les schémas implantés précédemment, et choisissent rapidement une solution. Mais en maths et en sciences, il suffit souvent d'un changement minime pour qu'un problème devienne très différent. Résoudre ce problème devient alors plus difficile.

Pourquoi maths et sciences constituent parfois un défi

Résoudre des problèmes en mode concentré dans le domaine des maths et des sciences demande souvent plus d'efforts que de penser en mode concentré dans le domaine des langues et des individus. Cela peut être lié au fait que les êtres humains n'ont pas évolué au fil des millénaires afin de pouvoir manipuler des idées mathématiques, qui sont fréquemment cryptées de façon plus abstraite que celles du langage conventionnel. Bien entendu, on peut quand même réfléchir aux maths et aux sciences, mais simplement, l'abstraction et le cryptage ajoutent un degré de complexité, ou parfois plusieurs.

Qu'est-ce que j'entends par « abstraction » ? On peut désigner une vache vivante, qui rumine dans un pré, et l'assimiler aux lettres v-a-c-h-e sur une page, mais on ne peut pas montrer du doigt, dans le monde réel, un signe plus, par exemple, sur lequel serait basé le symbole « + ». L'idée qui sous-tend le signe de l'addition est donc plus abstraite.

Par cryptage, je veux dire qu'un même symbole peut représenter diverses opérations ou idées, de même que le signe de multiplication symbolise des additions qui se répètent. Dans notre analogie du flipper, c'est comme si l'abstraction et le cryptage des maths rendaient les champignons un peu plus

spongieux : il faut davantage d'entraînement pour que les champignons durcissent et que la bille rebondisse correctement.

Voilà pourquoi il est important de lutter contre la tendance à tout remettre au lendemain, quand on étudie n'importe quelle discipline, mais plus particulièrement quand il est question des maths et des sciences. Nous en reparlerons plus tard.

Une autre source de difficulté en maths et en sciences est l'effet *Einstellung*, ou effet d'attitude. Selon ce phénomène, une idée que vous avez déjà à l'esprit, ou simplement la première pensée qui vous vient, vous empêche de trouver une meilleure idée ou une meilleure solution. Nous l'avons vu dans l'illustration du flipper en mode concentré, où la boule du flipper, votre pensée initiale, allait dans la partie supérieure du cerveau, alors que le schéma de pensée correspondant à la solution se trouvait dans la partie inférieure de l'image.

Le mot allemand *Einstellung* signifie « état d'esprit ». Fondamentalement, il faut comprendre que cette attitude mentale revient à installer un barrage dans votre cerveau, à cause de votre première manière de voir quelque chose.

Cette approche erronée est un travers particulièrement courant dans le domaine des sciences, où l'intuition initiale concernant un problème donné est parfois trompeuse. Vous devez désapprendre des idées anciennes bancales, en même temps que vous apprenez de nouvelles notions.

L'effet *Einstellung* constitue souvent une pierre d'achoppement pour les étudiants. Le problème n'est pas simplement que vous devez parfois reprogrammer vos intuitions naturelles, mais qu'il est souvent difficile de savoir par où commencer, quand on s'attaque à un devoir scolaire, par exemple. Vous vous agitez, et vos pensées sont à des lieux de toute solution effective, parce que le réseau dense de champignons du mode concentré vous empêche de faire un bond jusqu'au nouvel emplacement où la solution pourrait être trouvée.

C'est précisément pour cette raison qu'une erreur importante, parfois commise par les étudiants quand ils étudient les maths et les sciences, consiste à se jeter à l'eau avant d'avoir appris à nager. En d'autres termes, ces étudiants commencent à travailler aveuglément sur leurs devoirs sans lire le manuel scolaire, sans assister aux cours, sans regarder des leçons en ligne, et sans discuter avec quelqu'un de compétent.

C'est la recette du désastre. Cela revient à laisser une pensée surgir au hasard, dans le flipper en mode concentré, sans accorder la moindre attention à l'endroit où réside vraiment la solution.

Comprendre comment on trouve de véritables solutions est important, quand il s'agit de résoudre des problèmes en maths et en sciences, mais aussi dans la vie en général. Par exemple, il suffit de faire quelques recherches, de se connaître un peu soi-même, voire d'auto-expérimenter, pour éviter de perdre de l'argent, ou même la santé, en achetant des produits auréolés de prétentions scientifiques bidon. Et avoir ne serait-ce que quelques connaissances pertinentes en maths peut vous éviter un défaut de paiement sur le remboursement de votre prêt immobilier, et donc une crise existentielle grave !

Le mode diffus : un flipper clairsemé

Souvenez-vous de l'illustration correspondant au cerveau en mode diffus, sur laquelle les champignons du flipper sont éloignés les uns des autres. Ce mode de pensée permet au cerveau d'envisager le monde selon une perspective bien plus large. Vous avez remarqué qu'une pensée peut aller bien plus loin avant de rencontrer un champignon ? Les connexions étant plus espacées, vous pouvez passer rapidement d'un groupe de pensées à un autre assez éloigné (mais, bien entendu, il est difficile d'avoir des pensées précises et complexes dans ce mode).

Si vous êtes confronté à un nouveau concept, ou que vous essayez de résoudre un problème inédit, il n'y a pas de schémas neuronaux préexistants pour orienter vos pensées, il n'y a aucune trace de chemin sous-jacent pour vous guider. Il vous faudra peut-être beaucoup errer avant de rencontrer une solution possible. Dans ce cas, le mode diffus est tout désigné !

Pour expliquer la différence entre mode concentré et mode diffus, on peut aussi faire la comparaison avec une lampe-torche : vous pouvez régler la lampe afin qu'elle projette un faisceau lumineux étroit et concentré, capable d'éclairer puissamment à grande distance, mais sur une petite surface seulement. Ou bien vous pouvez régler le faisceau de façon plus diffuse, pour qu'il éclaire une plus large surface, mais sans grande intensité.

Si vous essayez de comprendre ou de résoudre un problème inédit, l'idéal est de désactiver votre pensée précise et concentrée, et d'activer votre mode diffus, celui de la vue d'ensemble, et ce suffisamment longtemps pour trouver une nouvelle approche, plus féconde. Comme nous allons le voir, le mode diffus n'en fait qu'à sa tête : on ne peut tout simplement pas lui ordonner de s'activer. Mais nous allons bientôt aborder des astuces qui vous aideront à passer d'un mode à l'autre.

LA CRÉATIVITÉ CONTRE-INTUITIVE

« Quand je me suis intéressé au mode diffus, j'ai remarqué que celui-ci intervenait dans ma vie quotidienne. Ainsi, je me suis aperçu que je trouvais toujours mes meilleurs riffs de guitare quand je gratouillais sans intention précise, et non quand j'étais déterminé à composer un chef-d'œuvre musical (mes chansons étaient alors souvent stéréotypées et banales). Il en allait de même quand je rédigeais un devoir, que je cherchais une idée pour un projet pédagogique, ou que je tentais de résoudre un problème de math difficile. Je me fie désormais au principe de base suivant : plus vous forcez votre cerveau à chercher quelque chose de créatif, moins vos idées s'avéreront créatives. Jusqu'à présent, je n'ai pas rencontré une seule situation où ce principe ne s'appliquait pas. En fin de compte, cela signifie que la relaxation constitue une part importante du travail acharné, et au demeurant du travail de qualité. »

Shaun Wassell, étudiant de première année, génie informatique.

Pourquoi y a-t-il deux modes de pensée ?

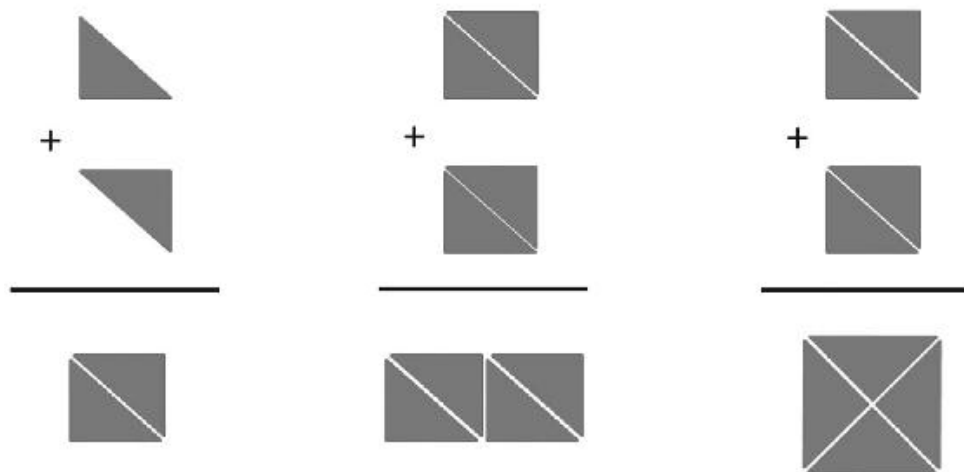
Pourquoi disposons-nous de ces deux modes de pensée différents ? La réponse est peut-être liée aux deux problèmes majeurs que les vertébrés ont rencontrés pour survivre et transmettre leurs gènes à leur progéniture. Un oiseau, par exemple, doit se concentrer attentivement pour pouvoir ramasser de minuscules graines quand il picore au sol, à la recherche de sa pitance ; mais en même temps, il doit scruter l'horizon, à la recherche de prédateurs tels que les faucons.

Quelle est la meilleure façon de mener à bien ces deux tâches très différentes ? En les scindant, bien entendu. Vous pouvez avoir un hémisphère

cérébral plus axé vers l'attention focalisée, nécessaire à la récolte de la nourriture, et l'autre hémisphère tourné vers l'observation de l'horizon à la recherche d'un danger. Si chaque hémisphère tend vers un type de perception particulier, il peut améliorer les chances de survie de l'animal. Observez les oiseaux : ils commencent par picorer, puis font une pause pour scruter l'horizon, presque comme s'ils passaient du mode concentré au mode diffus.

Chez l'être humain, on observe une division semblable des fonctions cérébrales. La partie gauche du cerveau est un peu plus associée à l'attention rigoureuse et focalisée. Elle semble aussi plus spécialisée dans le maniement des informations séquentielles et dans la pensée logique (une première étape mène à une deuxième étape, et ainsi de suite). La partie droite du cerveau semble davantage liée au fait de « scanner » l'environnement de façon diffuse et d'interagir avec d'autres individus, et associée au traitement des émotions. Elle est également liée à la gestion des vues d'ensemble simultanées.

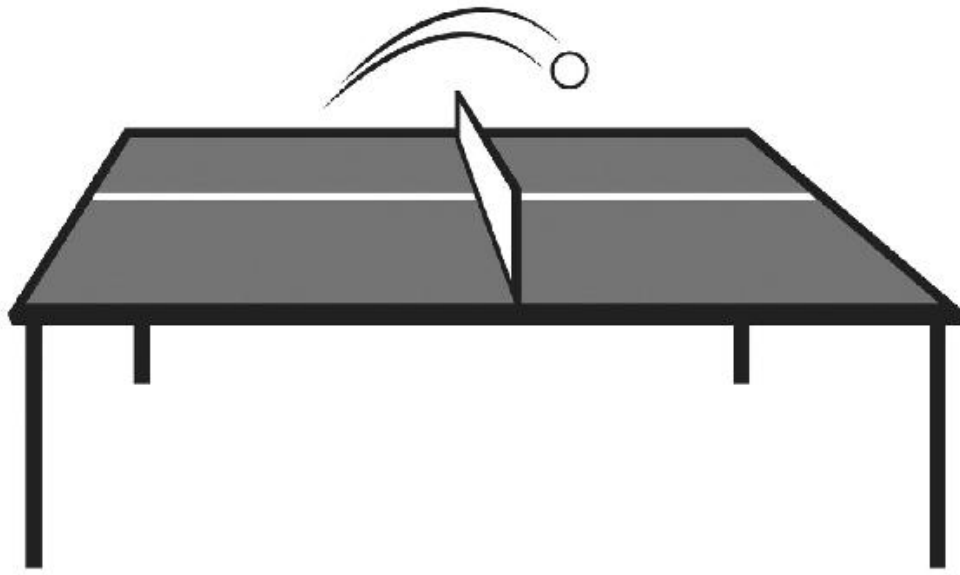
Ces légères différences entre les hémisphères nous donnent une idée de la raison pour laquelle les deux modes de traitement différents sont peut-être apparus. Mais méfiez-vous de la théorie selon laquelle certaines personnes ont un cerveau gauche ou un cerveau droit dominant : des recherches indiquent que c'est tout simplement faux. En fait, il est clair que les deux hémisphères jouent un rôle dans le mode de pensée concentré comme dans le mode de pensée diffus. *Pour étudier maths et sciences, et être créatif dans ce domaine, il faut renforcer et utiliser à la fois le mode concentré et le mode diffus.*



Voici un exemple rapide qui donne un aperçu de la différence entre pensée concentrée et pensée diffuse. Si l'on vous demande d'assembler deux triangles pour former un carré, la chose est facile, comme on le voit à gauche. Si l'on vous donne deux triangles de plus, et que l'on vous dit de former un carré, vous aurez tendance, à tort, à assembler les triangles pour former un rectangle, comme on le voit au milieu. La raison en est que vous avez déjà établi un modèle en mode concentré, que vous aurez tendance à suivre. Il faut faire un saut intuitif, en mode diffus, pour réaliser qu'il est nécessaire de complètement réorganiser les triangles afin de former un nouveau carré, comme indiqué à droite.

Triangles, avec l'aimable autorisation de l'autrice, basé sur une idée originale d'Edward de Bono, *Lateral Thinking* (1970), p. 53

Des études montrent que, pour maîtriser un problème difficile, nous devons d'abord faire des efforts intenses en mode concentré (nous avons tous appris ça à l'école primaire !). Mais le plus intéressant est que le mode diffus a également un rôle souvent important pour résoudre un problème, en particulier quand celui-ci est complexe. *Mais tant que nous nous focalisons délibérément sur un problème, nous bloquons le mode diffus.*



Il ne peut y avoir un gagnant au ping-pong que si la balle fait des allers-retours...

Ping-pong, image © 2014 Kevin Mendez

ACCÉPTEZ LA CONFUSION !

« La confusion est un élément sain du processus d'apprentissage. Quand des étudiants abordent un problème, et qu'ils ne savent pas comment le résoudre, ils décident souvent qu'ils ne sont pas bons dans la matière concernée. Les étudiants les plus brillants, en particulier, éprouvent parfois ce genre de difficultés : comme ils ont suivi une scolarité sans anicroche au lycée, ils n'ont aucune raison de penser que la confusion est normale et nécessaire. Mais le processus d'apprentissage consiste précisément à sortir de la confusion par le travail. Formuler clairement sa question représente 80 % de la tâche. Quand vous aurez compris ce qui prêtait à confusion, il est probable que vous aurez aussi trouvé la réponse à votre question ! »

Kenneth R. Leopold, professeur émérite, département de chimie,
université du Minnesota.

L'essentiel est que résoudre des problèmes, dans n'importe quelle discipline, implique souvent un échange entre les deux modes fondamentalement différents. Un mode traitera l'information qu'il reçoit, puis renverra les résultats à l'autre mode. Ces allers-retours de l'information, pendant que le cerveau s'efforce de trouver une solution réfléchie, semblent essentiels à la

compréhension et à la résolution de la quasi-totalité des problèmes et concepts, sauf quand ils sont très simples.

Les idées présentées ici sont extrêmement utiles pour comprendre l'apprentissage des maths et des sciences, mais vous commencez sans doute à vous apercevoir qu'elles sont tout aussi utiles dans bien d'autres domaines, comme les langues, la musique ou la création littéraire.

À VOUS DE JOUER !

Changer de mode

Voici un exercice cognitif qui vous aidera à ressentir le passage du mode concentré au mode diffus. Essayez de former un nouveau triangle, sommet dirigé vers le bas, en déplaçant trois pièces seulement.



La pyramide des pièces de monnaie, avec l'aimable autorisation de l'autrice

Vous trouverez la solution plus facilement en détendant votre esprit, en relâchant votre attention, et en ne vous focalisant sur rien en particulier.

Certains enfants comprennent cet exercice instantanément, alors que des professeurs extrêmement intelligents finissent par abandonner. Pour résoudre le problème, il est utile de retrouver votre âme d'enfant.

Vous trouverez la réponse à ce problème en [fin d'ouvrage](#).

La procrastination : préambule

De nombreuses personnes sont atteintes de procrastination. Nous aurons beaucoup à dire, plus avant dans ce livre, sur la façon de lutter efficacement

contre la tendance à remettre les choses au lendemain. Mais pour l'instant, gardez à l'esprit qu'en procrastinant, vous n'aurez le temps d'apprendre en mode concentré que de façon superficielle. Vous ferez également augmenter votre niveau de stress, parce que vous saurez que vous devrez terminer ce qui apparaîtra comme une tâche désagréable. Les schémas neuronaux qui en découleront seront vagues et fragmentaires, et disparaîtront rapidement : il ne vous restera que des bases bancales. En maths et en sciences, en particulier, cela peut induire de graves problèmes. Si vous révisez un examen en bachotant à la dernière minute, ou que vous faites vos devoirs à la va-vite, vous n'aurez pas assez de temps pour que les deux modes d'apprentissage vous aident à aborder les concepts et problèmes plus ardues, ou à synthétiser ce que vous apprenez.

À VOUS DE JOUER !

Se concentrer intensément, mais brièvement

Si, comme beaucoup de gens, vous avez tendance à procrastiner, voici une astuce. Éteignez votre téléphone, et éliminez les sons ou images parasites (sites web compris) qui pourraient vous interrompre. Puis réglez un minuteur sur 25 minutes, et donnez-vous pour mission de travailler pendant 25 minutes, en vous concentrant sur une tâche, n'importe laquelle. Ne vous préoccupez pas de finir cette tâche, mais seulement de travailler. Quand les 25 minutes sont écoulées, récompensez-vous en surfant sur le web, en consultant votre portable, ou en faisant quelque chose d'agréable. Cette récompense est aussi importante que le travail lui-même.

Vous serez étonné de constater à quel point 25 minutes de travail en mode concentré peuvent être productives, en particulier quand vous vous focalisez sur le travail lui-même, et non sur le fait de le terminer (cette méthode, dite technique Pomodoro, sera traitée plus en détail dans le [chapitre 6](#)).

Pour une version plus sophistiquée de cette méthode, imaginez qu'à la fin de votre journée, vous réfléchissez à la tâche la plus importante accomplie ce jour-là. Quelle serait cette tâche ? Écrivez-le. Puis mettez-vous au travail. Essayez de terminer au moins trois séances de 25 minutes, consacrées à la tâche la plus importante à vos yeux.

À la fin de votre journée de travail, regardez ce que vous avez pu rayer de votre liste de choses à faire, et savourez votre sentiment d'accomplissement. Puis notez par écrit quelques éléments essentiels sur lesquels vous aimeriez travailler le lendemain. Cette préparation vous aidera à commencer à réfléchir en mode diffus à la façon dont vous allez réaliser ces tâches le lendemain.

EN RÉSUMÉ

- Pour penser, notre cerveau utilise deux processus très différents : le mode concentré et le mode diffus. Il semble que l'on bascule d'un mode à l'autre, et que l'on utilise toujours l'un des deux.
- Il est normal d'être déconcerté quand on se concentre sur de nouveaux concepts et problèmes pour la première fois.
- Pour comprendre des idées nouvelles, et résoudre des problèmes inédits, il est important de se concentrer, dans un premier temps ; mais également de cesser de se focaliser sur ce que nous voulons apprendre, dans un deuxième temps.
- L'effet *Einstellung* désigne le fait de ne pas parvenir à résoudre un problème, ou à comprendre un concept, parce que l'on fait une fixation sur une approche erronée. Passer du mode concentré au mode diffus peut vous aider à échapper à cet effet. N'oubliez pas que votre pensée devra parfois se montrer flexible. Vous aurez peut-être à changer de mode pour résoudre un problème ou comprendre un concept. Vos idées initiales concernant la résolution d'un problème peuvent s'avérer très trompeuses.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Ne vous inquiétez pas si vous ne vous souvenez pas de grand-chose quand vous essayez cette technique pour la première fois. En vous entraînant, vous commencerez à remarquer des changements dans votre façon de lire, et dans la quantité d'éléments que vous retenez.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Comment savez-vous que vous êtes en mode diffus ? Que ressentez-vous quand vous êtes en mode diffus ?
2. Quand vous réfléchissez délibérément à un problème, quel mode est actif et quel mode est bloqué ? Que pouvez-vous faire pour échapper à ce blocage ?
3. Souvenez-vous d'une occasion où vous avez ressenti l'effet *Einstellung*. Comment avez-vous modifié votre réflexion pour dépasser vos idées préconçues erronées ?
4. Expliquez pourquoi les modes concentré et diffus sont comparables au faisceau réglable d'une lampe-torche. Quand pouvez-vous voir loin ? Quand pouvez-vous voir une surface plus large, mais moins éloignée ?
5. Pourquoi la procrastination pose-t-elle parfois un problème particulier à ceux qui étudient les maths et les sciences ?

SORTIR D'UN BLOCAGE : LA VISION DE NADIA NOUI-MEHIDI, ÉTUDIANTE EN ÉCONOMIE



Nadia Noui-Mehidi, avec
l'aimable autorisation de
Kevin Mendez

« J'ai commencé les cours de calcul en classe de première, et cela a été un cauchemar. C'était si différent de tout ce que j'avais appris auparavant que je ne savais pas comment m'y prendre. Je me suis mise à étudier plus longtemps et plus intensément que je ne l'avais jamais fait. Pourtant, malgré les exercices que je faisais, ou le temps que je passais à la bibliothèque, je n'apprenais rien. Finalement, je me suis limitée à ce qui me permettait de surnager, en apprenant par cœur. Évidemment, je n'ai pas eu de bons résultats à mon examen.

J'ai évité les maths pendant les deux années qui ont suivi, et puis, en deuxième année de fac, je

me suis inscrite en calcul niveau 1, et j'ai obtenu la mention « Excellent ». Je ne pense pas que j'étais devenue plus intelligente en deux ans, mais j'avais complètement modifié ma façon d'aborder cette matière.

Je crois qu'au lycée, j'étais bloquée en mode de pensée concentré (Einstellung !), et je me disais que si je continuais à aborder les problèmes de la même façon, je finirais bien par comprendre.

Je donne désormais des cours particuliers à des étudiants en maths et en économie, et leurs difficultés sont presque toujours dues au fait qu'ils se focalisent sur les détails d'un problème, pour trouver des indices sur la façon de le résoudre, et non sur la compréhension du problème lui-même. Je ne crois pas qu'on puisse apprendre à penser à quelqu'un, il s'agit en fait de suivre une sorte d'itinéraire personnel. Mais voici quelques techniques qui m'ont aidée à comprendre des concepts qui me semblaient compliqués ou déroutants au départ.

1. Je comprends mieux quand je lis un livre que lorsque j'écoute quelqu'un parler, donc je lis toujours le livre correspondant au cours. Je commence par lire en diagonale, pour savoir en gros où le chapitre veut en venir, puis je le lis en détail. Je relis le chapitre plusieurs fois (mais pas d'affilée).
2. Si, après avoir lu le livre, je ne comprends toujours pas très bien, je cherche sur Google, ou je regarde sur YouTube des vidéos qui concernent le sujet. Ce n'est pas parce que le livre (ou l'enseignant) n'est pas assez complet, mais plutôt parce qu'une formulation légèrement différente amène parfois notre esprit à voir le problème sous un autre angle et permet de comprendre.
3. Mes pensées sont particulièrement claires quand je conduis. Lorsque je fais une pause, il m'arrive donc de partir me balader en voiture, cela m'aide beaucoup. Il faut que je sois en partie occupée, car si je me contente de m'asseoir pour réfléchir, je finis par m'ennuyer ou par être distraite, et je ne parviens pas à me concentrer.

.....

Apprendre, c'est créer

Les leçons à tirer de la sieste d'Edison

Thomas Edison fut l'un des inventeurs les plus productifs de l'histoire, ayant déposé plus d'un millier de brevets. Absolument rien ne pouvait entraver sa créativité. Alors même qu'un terrible incendie réduisait en cendres son laboratoire, Edison dressait déjà avec enthousiasme les plans d'un nouveau local, plus grand et plus adapté.

Comment parvenait-il à se montrer aussi extraordinairement créatif ? La réponse à cette question, comme vous le verrez, est liée aux astuces originales qu'il employait pour changer de mode de pensée.

Passer du mode concentré au mode diffus

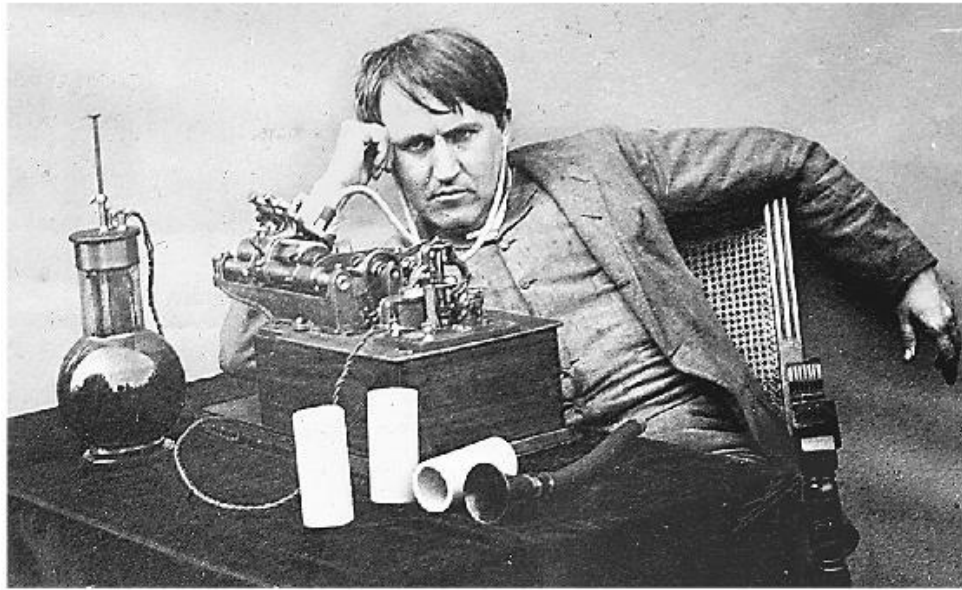
En général, le passage du mode concentré au mode diffus s'effectue spontanément, quand l'attention se trouve détournée et qu'on laisse s'écouler un peu de temps. Vous pouvez aller vous promener, ou entamer une sieste, ou encore faire de la gymnastique. Vous pouvez aussi vous adonner à des activités qui occupent d'autres parties de votre cerveau, comme écouter de la musique, conjuguer des verbes en espagnol, ou nettoyer la cage de votre hamster...

L'essentiel est de faire autre chose, jusqu'à ce que votre cerveau soit libéré de toute pensée liée au problème sur lequel vous étiez concentré. Sauf si vous employez d'autres astuces, cette démarche prend en général plusieurs heures. Vous vous dites peut-être : « Je n'ai pas assez de temps pour ça. » Pourtant, si vous reportez simplement votre attention sur d'autres tâches que vous devez faire également, et que vous vous accordez un temps de pause pour vous détendre, c'est tout à fait possible.

Howard Gruber, un expert dans le domaine de la créativité, rappelle que l'un des trois lieux suivants semble en général faire l'affaire quand on veut « déconnecter » : le lit, le bain ou le bus ! Alexander Williamson, chimiste remarquablement inventif du milieu des années 1800, faisait remarquer qu'une promenade solitaire valait une semaine de recherches en laboratoire pour ce qui était de l'aider à progresser dans ses travaux (heureusement pour lui, les téléphones portables n'existaient pas encore). Marcher aiguillonne la créativité dans bon nombre de domaines : certains écrivains célèbres, comme Jane Austen, Carl Sandburg, ou Charles Dickens, trouvaient l'inspiration au cours des longues balades qu'ils faisaient fréquemment.

Une fois que vous vous êtes détourné du problème à résoudre, le mode diffus peut faire son entrée, et se mettre à agir à sa façon, dans une perspective globale, pour trouver une solution. Après avoir fait une pause, quand vous revenez au problème en cours, vous serez souvent étonné de la facilité avec laquelle cette solution se dessine. Et même si la solution n'apparaît pas, vous aurez souvent progressé dans votre compréhension. Au préalable, il faut parfois beaucoup de travail acharné en mode concentré, mais l'apparition soudaine, inattendue, de la solution, qui émerge du mode diffus, peut presque donner l'impression d'une révélation !

Cette solution intuitive, qui semble presque vous avoir été chuchotée, résout le problème auquel vous étiez confronté en s'accompagnant d'une sensation indéfinissable, parmi les plus agréables dans le domaine des maths et des sciences, mais aussi en art, en littérature, et dans toute forme de création ! Car effectivement, comme vous allez le voir, les maths et les sciences sont des façons de penser profondément créatives, même quand on se contente d'apprendre ces matières par cœur à l'école.



On pense que le génial inventeur Thomas Edison (ci-dessus) employait une astuce pour passer du mode concentré au mode diffus. Le célèbre peintre surréaliste Salvador Dalí ([page suivante](#)) utilisait la même technique pour ses créations artistiques.

Thomas Edison, avec l'aimable autorisation de : U.S. Department of the Interior, National Park Service, Thomas Edison National Historical Park



Salvador Dalí avec un ocelot et une canne, 1965 ; © Wikimedia commons.
Bibliothèque du Congrès. New York World-Telegram & Sun collection ;
auteur : Roger Higgins, photographe du World Telegram ; aucune restriction
de copyright connue. Droits de reproduction du photographe transférés à la
bibliothèque du Congrès par acte de donation.

Cette sensation crépusculaire de flottement que l'on éprouve quand on glisse dans le sommeil explique en partie, semble-t-il, l'incroyable créativité d'Edison. Selon la légende, celui-ci, quand il était confronté à un problème difficile, faisait une sieste au lieu de se concentrer intensément !

Mais il faisait la sieste assis dans un fauteuil, en tenant un roulement à billes dans sa main, au-dessus d'une assiette posée au sol. Quand il se détendait, ses pensées en mode diffus devenaient de plus en plus spontanées et ouvertes (ce qui nous rappelle que l'endormissement est une bonne façon d'inciter le cerveau à penser librement au problème que nous voulons résoudre, ou à tout projet sur lequel nous travaillons de façon créative). Quand Edison s'endormait, le roulement à billes lui échappait et tombait, le fracas le réveillait,

et il pouvait se souvenir de fragments de sa réflexion en mode diffus pour trouver de nouvelles idées.

La créativité est liée à l'exploitation et au développement de nos capacités

Il y a un lien étroit entre la créativité technique, la créativité scientifique, et la créativité artistique. À l'instar de Thomas Edison, Salvador Dalí, le peintre surréaliste excentrique, avait recours à une sieste et au fracas d'un objet tombant de sa main pour accéder à ses visions créatives en mode diffus (Dalí parlait de « dormir sans dormir »).

Faire appel au mode diffus vous aidera à apprendre en profondeur, et de manière créative. La résolution de problèmes en maths et en sciences demande une forte créativité. Bon nombre de gens croient qu'il n'y a qu'une seule façon de résoudre un problème, mais il en existe souvent plusieurs, si vous êtes assez créatif pour voir ces autres possibilités. Par exemple, il y a plus de trois cents démonstrations connues du théorème de Pythagore. Comme nous allons le voir sous peu, les problèmes techniques et leurs solutions peuvent même être considérés comme des formes de poésie.

Cependant, la créativité ne se réduit pas à la simple possession de divers dons scientifiques ou artistiques. La créativité est liée à l'exploitation et au développement de nos capacités. Bon nombre d'individus pensent qu'ils ne sont pas créatifs, alors que c'est tout bonnement faux. Nous sommes tous capables de fabriquer de nouvelles connexions neuronales, et d'extraire de notre mémoire quelque chose qui s'y trouve, sans que nous le sachions. C'est ce que Liane Gabora et Aparna Ranjan, chercheurs dans le domaine de la créativité, appellent « la magie de la créativité ».

Comprendre comment fonctionne votre esprit vous aidera à mieux saisir la nature créative de certaines de vos pensées.

À VOUS DE JOUER !

De « concentré » à « diffus »

Lisez la phrase suivante et trouvez le nombre d'erreurs qu'elle contient :

Cettte phrase contient trrois erreurs.

Les deux premières fautes sont faciles à trouver à l'aide d'une approche en mode concentré. La troisième erreur, paradoxale, ne devient évidente que si vous modifiez votre point de vue et adoptez une approche plus diffuse.

Vous trouverez la solution à ce problème en [fin d'ouvrage](#)

Travailler en passant d'un mode à l'autre pour maîtriser un sujet

L'histoire d'Edison nous rappelle autre chose : en maths et en sciences, nous apprenons beaucoup de nos échecs. Sachez que vous progressez à chaque erreur que vous repérez quand vous essayez de résoudre un problème (et trouver des erreurs devrait vous procurer un sentiment de satisfaction). Edison lui-même aurait déclaré : « Je n'ai pas échoué. J'ai juste trouvé 10 000 façons de faire qui ne marchent pas. »

Les erreurs sont inévitables. Pour les surmonter, commencez à faire vos devoirs dès que possible et, sauf si vous y prenez vraiment du plaisir, limitez-vous à des séances de travail courtes. N'oubliez pas que lorsque vous faites des pauses, votre mode diffus continue d'opérer à l'arrière-plan. C'est une excellente affaire : vous continuez à apprendre pendant que vous vous la coulez douce ! Certains croient qu'ils ne passent jamais en mode diffus, mais c'est faux. Chaque fois que vous vous détendez, et que vous ne pensez à rien de particulier, votre cerveau passe naturellement à un mode par défaut, qui est une forme de pensée diffuse. C'est le cas pour tout le monde.

Le sommeil constitue sans doute le moyen le plus efficace – et le plus important – de laisser le mode diffus traiter un problème difficile. Mais méfiez-vous de la nature en apparence accommodante, et parfois somnolente, de ce mode. On pourrait le comparer à un refuge, dans le domaine de l'alpinisme.

Les refuges sont des lieux de repos essentiels lors des longs périple qui mènent jusqu'à des sommets difficiles à atteindre. Ils permettent de faire une pause, de réfléchir, de vérifier le matériel, et de s'assurer que l'on a choisi le bon itinéraire. Mais on ne peut confondre le repos avec le refuge et le dur labeur nécessaire pour arriver en haut de la montagne. En d'autres termes, utiliser votre mode diffus ne signifie pas que vous pouvez flemmarder, en vous disant que vous finirez bien par arriver quelque part. Au fil des jours et des semaines, c'est la pratique régulièrement répartie, les allers-retours entre l'attention du mode concentré et la détente du mode diffus qui permettent d'obtenir un résultat.

Le recours au mode concentré – qui s'avère souvent nécessaire quand il s'agit d'introduire un problème dans votre cerveau pour la première fois – demande toute votre attention. Mais des études montrent que nous n'avons qu'une quantité limitée d'énergie mentale, ou de volonté, à consacrer à ce type de pensée.

Quand votre énergie faiblit, vous pouvez parfois faire une pause, en passant à d'autres tâches en mode concentré. Vous pouvez par exemple passer de l'étude des maths à celle du vocabulaire d'une langue étrangère. Mais plus vous passez du temps en mode concentré, plus vous épuisez vos ressources mentales. C'est comme si vous faisiez une série d'exercices de musculation mentale, une série dense et prolongée. C'est la raison pour laquelle de brefs intermèdes, faisant appel au mouvement, ou à des discussions entre amis, pendant lesquels vous n'avez pas à vous concentrer intensément, peuvent être aussi revigorants.

Mais vous souhaiteriez peut-être apprendre plus rapidement, et pouvoir ordonner d'une façon ou d'une autre à votre mode diffus d'assimiler les nouvelles idées plus vite. Faites la comparaison avec l'exercice physique : pratiquer la musculation en permanence ne vous permettra pas de développer vos muscles davantage (ils ont besoin de temps pour se reposer et se développer, avant que vous les utilisiez de nouveau). Un arrêt entre les séances de musculation contribue à façonner des muscles puissants à long terme. La constance, au fil du temps, est primordiale !

UTILISEZ CES ACTIVITÉS EN MODE DIFFUS COMME RÉCOMPENSES, APRÈS AVOIR TRAVAILLÉ INTENSÉMENT EN MODE CONCENTRÉ :

Activeurs de base du mode diffus

- Faites de la gymnastique
- Pratiquez un sport (football ou basketball, par exemple)
- Faites du jogging, de la marche, ou de la natation
- Faites de la danse
- Faites une balade en voiture (ou accompagnez quelqu'un)
- Dessinez ou peignez
- Prenez un bain ou une douche
- Écoutez de la musique (en particulier instrumentale)
- Jouez des chansons que vous connaissez bien sur un instrument de musique
- Méditez ou priez
- Dormez (le mode diffus ultime !)

Il vaut mieux utiliser de façon brève les activateurs de mode diffus suivants, en tant que récompenses (à la longue, ces activités risquent de vous faire passer dans un mode plus concentré que celles suggérées précédemment) :

- Jouez à des jeux vidéo
 - Surfez sur le web
 - Discutez avec des amis
 - Proposez à quelqu'un de l'aider à accomplir une tâche simple
 - Lisez un livre distrayant
 - Envoyez des SMS à vos amis
 - Allez au cinéma ou au théâtre
 - Regardez la télévision (peu importe si vous laissez tomber la télécommande, en vous endormant !)
-

N'essayez pas de rivaliser avec vos camarades

Les étudiants qui commencent à connaître des difficultés en maths et en sciences observent souvent leurs camarades plus doués, et se disent qu'ils doivent absolument faire aussi bien qu'eux. Mais ils ne s'accordent pas le temps supplémentaire dont ils ont besoin pour maîtriser ces matières, et ils se laissent encore plus distancer. Dans cette situation inconfortable et décourageante, certains étudiants finissent par abandonner, à tort, maths et sciences.

Prenez du recul et examinez calmement vos points forts et vos points faibles. S'il vous faut davantage de temps que les autres étudiants pour apprendre les maths et les sciences, vous devez l'admettre. Si vous êtes au lycée, essayez d'aménager vos horaires, afin de trouver le temps nécessaire pour pouvoir vous concentrer sur les sujets difficiles, et ramenez ces sujets à des proportions gérables. Si vous étudiez en fac, évitez de vous inscrire uniquement à des cours difficiles, surtout si vous avez un job en dehors des cours. Mais avoir moins de cours de maths et de sciences implique souvent d'en avoir davantage dans d'autres matières. En particulier en première année de fac, résistez à la tentation de rivaliser avec vos camarades.

Vous serez peut-être étonné de découvrir qu'en apprenant lentement, vous apprenez mieux que vos camarades plus rapides. Une astuce importante m'a aidée à réorganiser mon cerveau : elle consiste à résister à la tentation de suivre trop de cours de maths et de sciences à la fois !

Éviter l'effet *Einstellung*

N'oubliez pas : accepter la première idée qui vous vient à l'esprit, quand vous travaillez sur un devoir ou un problème d'examen, peut vous empêcher de trouver une meilleure solution. Les joueurs d'échecs qui font l'expérience de l'*Einstellung* croient fermement qu'ils balayent du regard tout l'échiquier pour découvrir diverses solutions.

Mais l'étude minutieuse des déplacements de leur regard sur l'échiquier montre qu'ils maintiennent leur concentration sur leur première solution. Ce n'est pas seulement leur regard, mais leur esprit lui-même qui se révèle incapable de prendre suffisamment de recul pour trouver une nouvelle approche.

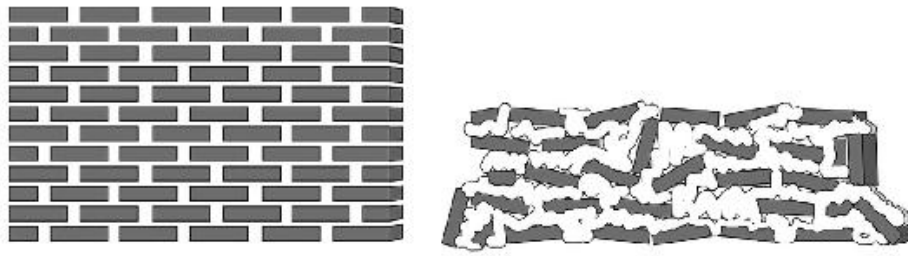
Selon des recherches récentes, cligner des yeux est une activité essentielle qui, à sa façon, permet de réévaluer une situation. Fermer les yeux semble déclencher une micro-pause, qui désactive momentanément notre attention, et nous permet, pendant un très court instant, de rafraîchir et de renouveler notre conscience et notre point de vue.

Il se peut donc que cligner des yeux nous déconnecte momentanément de notre point de vue en mode concentré. Mais fermer les yeux délibérément peut aussi nous aider à nous concentrer plus profondément (on détourne souvent le regard, ou bien on ferme ses paupières, on se couvre les yeux pour éviter d'être distrait quand on se concentre pour trouver une réponse).

Nous commençons maintenant à comprendre Magnus Carlsen, et sa façon géniale de saisir l'importance de perturbations apparemment insignifiantes. Quand Carlsen s'est levé et a dirigé son regard, et son attention, vers d'autres échiquiers, il aidait peut-être son esprit à sortir momentanément du mode concentré. Le fait de diriger son regard et son attention ailleurs est probablement ce qui a permis à son intuition diffuse de se mettre à travailler sur sa partie avec Kasparov. Comment Carlsen a-t-il été capable de trouver soudainement des solutions en changeant de mode aussi vite ? Son savoir-faire aux échecs a très vraisemblablement joué un rôle, ainsi que ses compétences intuitives. Cela signifie que vous aussi vous pouvez mettre au point des méthodes pour basculer rapidement entre les modes concentré et diffus quand vous développez votre compétence dans un domaine.

Accessoirement, Carlsen savait sans doute aussi qu'en bondissant de sa chaise, il déconcentrerait Kasparov. À ce niveau de jeu, même des perturbations minimales peuvent déconcentrer, ce qui doit vous rappeler que l'attention profonde est une ressource importante, et que vous ne voulez pas que l'on vous en prive (sauf, bien sûr, s'il est temps de prendre volontairement du recul et de laisser le mode diffus dominer).

Pour comprendre un problème difficile, ou apprendre un nouveau concept, il faut presque toujours passer par une ou plusieurs périodes durant lesquelles vous ne travaillez pas consciemment sur le sujet. Chaque intermède pendant lequel vous n'êtes pas directement concentré sur une tâche permet à votre mode diffus d'envisager celle-ci sous un nouvel angle. Quand vous dirigez de nouveau votre attention concentrée sur le problème, vous consolidez les idées et schémas inédits que le mode diffus a produits.



Bien apprendre signifie laisser passer du temps entre les séances d'apprentissage concentré, pour que les schémas neuronaux aient le temps de se consolider correctement – de même qu'il faut laisser le temps au mortier de sécher quand vous construisez un mur en briques (à gauche). Essayer de tout apprendre en quelques séances de « bachotage » ne laisse pas le temps aux structures neuronales de se consolider dans votre mémoire à long terme. Le résultat est un tas de briques en vrac (comme à droite).

Murs de briques, image © 2014 Kevin Mendez

ALTERNER PENSÉE CONCENTRÉE ET PENSÉE DIFFUSE

« Je suis pianiste depuis quinze ans, et j'ai parfois dû apprendre à jouer des morceaux particulièrement difficiles. Quand je n'y parvenais pas, je forçais mes doigts à recommencer sans cesse (même très lentement, ou en commettant des fautes), puis je faisais une pause. Le lendemain, quand j'essayais de nouveau, j'arrivais à jouer le morceau parfaitement, comme par magie.

J'ai essayé de faire une pause aujourd'hui, à cause d'un épineux problème de calcul qui commençait à m'exaspérer. En voiture, en route vers une fête médiévale, la solution m'est apparue et j'ai dû la noter sur une serviette en papier avant de l'oublier ! (Ayez toujours des serviettes en papier dans votre voiture, on ne sait jamais.) »

Trevor Drozd, étudiant en licence d'informatique.

Les temps de repos entre vos efforts en mode concentré doivent être suffisamment longs pour que votre esprit conscient oublie complètement le problème sur lequel vous travaillez. En général, quelques heures suffisent pour que le mode diffus fasse des progrès significatifs, sans que ses apports ne s'estompent avant d'être transmis au mode concentré. En règle générale, quand vous abordez pour la première fois de nouveaux concepts, il vaut mieux ne pas laisser les choses en plan plus d'une journée.

Le mode diffus vous permet d'envisager un problème sous un nouvel angle, mais il semble également rendre possibles la synthèse et l'intégration de notions inédites en fonction de ce que vous savez déjà. Cette idée de voir les choses avec un regard neuf explique pourquoi « la nuit porte conseil » (autrement dit, il est généralement judicieux d'attendre avant de prendre de grandes décisions), et pourquoi il est important de prendre des vacances.

Votre cerveau met du temps à dissiper la tension entre les modes d'apprentissage concentré et diffus quand vous apprenez de nouveaux concepts, ou résolvez de nouveaux problèmes. Travailler en mode concentré revient à fournir les briques, tandis que travailler en mode diffus équivaut à les assembler peu à peu avec du mortier. La capacité à poursuivre patiemment ses efforts, progressivement, est importante. C'est pourquoi, si la procrastination vous pose un problème, vous devrez absolument apprendre les astuces neuronales qui suivent, pour traiter efficacement ce défaut.

À VOUS DE JOUER !

Observez-vous vous-même

La prochaine fois que quelque chose, ou quelqu'un, vous énerve, essayez de prendre mentalement du recul et d'observer vos réactions. La colère et l'exaspération peuvent nous pousser à réussir, mais ces émotions sont aussi capables de bloquer des zones cruciales du cerveau dont nous avons besoin pour apprendre. Une exaspération croissante signale en général qu'il est temps de faire une pause, et de passer en mode diffus.

Ce qu'il faut faire quand on est vraiment bloqué

Ceux qui ont une grande maîtrise d'eux-mêmes ont parfois beaucoup de mal à désactiver leur mode concentré pour laisser leur mode diffus entrer en action. Après tout, ils ont souvent connu le succès précisément parce qu'ils se montraient capables de continuer quand d'autres faiblissaient. Si vous êtes dans cette situation, vous pouvez recourir à une astuce : par principe, écoutez vos camarades d'études, vos amis, ou vos proches, qui sentent quand vous êtes dangereusement énervé.

Il est parfois plus facile de se fier à quelqu'un d'autre qu'à soi-même (je respecte cette règle, même si je le fais à contrecœur sur le moment, par exemple

quand mon mari ou mes enfants me disent de ne plus utiliser tel ou tel logiciel qui dysfonctionne).

Pour ce qui est de discuter avec d'autres personnes quand vous êtes réellement bloqué, rien n'est plus utile que de demander leur avis à vos camarades de classe, à vos collègues, ou à vos formateurs. Demandez à quelqu'un de vous donner sa vision de la résolution du problème, ou de vous proposer une analogie pour vous aider à comprendre le concept.

Cependant, il vaut mieux que vous commenciez par vous attaquer vous-même au problème, avant de parler à quelqu'un d'autre. Ainsi, les concepts de base se trouveront implantés suffisamment profondément dans votre esprit pour que vous deveniez réceptif à une explication. Apprendre signifie souvent donner un sens à ce que nous avons absorbé, mais pour cela, il faut déjà avoir absorbé quelque chose (je me souviens que je fixais hargneusement mes profs de sciences au lycée, en les tenant pour responsables de mon incompréhension, sans réaliser que c'était à moi de faire le premier pas). Et n'attendez pas le milieu du trimestre, ou les examens finaux, pour demander de l'aide. Faites-le rapidement et souvent. Un enseignant pourra facilement reformuler un problème, ou l'expliquer d'une façon différente, ce qui vous permettra de cerner le sujet.

L'ÉCHEC PEUT ÊTRE TRÈS FORMATEUR

« En classe de seconde, j'ai décidé de suivre un cours d'informatique facultatif. J'ai fini par échouer à l'examen, mais je n'ai pas accepté cet échec, et je me suis réinscrite l'année suivante. Curieusement, ne pas faire de programmation pendant près d'un an, puis recommencer, m'a fait réaliser à quel point j'aimais ça. J'ai réussi l'examen facilement la deuxième fois. Si j'avais eu trop peur d'échouer pour m'inscrire au cours d'informatique la première fois, puis la seconde fois, je ne serais certainement pas devenue ce que je suis aujourd'hui : une informaticienne passionnée et heureuse. »

Cassandra Gordon, étudiante en deuxième année d'informatique à l'université.

À VOUS DE JOUER !

Comprendre les paradoxes de l'apprentissage

Apprendre est souvent paradoxal : cela même dont nous avons besoin pour apprendre entrave notre capacité d'apprentissage. Nous devons nous concentrer intensément pour résoudre des problèmes, mais cette concentration peut nous empêcher de trouver l'approche différente dont nous avons besoin. Le succès est important, mais l'échec aussi, et de façon cruciale. La persévérance est essentielle, mais persévérer mal à propos produit inutilement de la frustration.

Au fil de cet ouvrage, vous rencontrerez de nombreux paradoxes concernant l'apprentissage. Pouvez-vous deviner certains d'entre eux ?

Introduction à la mémoire de travail et à la mémoire à long terme

À ce stade, il est utile d'aborder les principes fondamentaux de la mémoire. Pour les besoins du sujet, nous n'évoquerons que deux grands systèmes de la mémoire : la mémoire de travail et la mémoire à long terme.

La mémoire de travail est liée à ce que l'esprit humain traite de façon immédiate et consciente. On pensait autrefois que notre mémoire de travail pouvait retenir sept éléments, ou *chunks*, mais on pense désormais généralement qu'elle ne peut retenir que quatre blocs d'informations (nous avons tendance à regrouper automatiquement les éléments mémoriels sous forme de chunks, de sorte que notre mémoire de travail semble plus vaste qu'elle ne l'est en réalité).

On peut se représenter la mémoire de travail comme une sorte de jongleur mental. Les quatre blocs ne restent en l'air (c'est-à-dire dans la mémoire de travail) que parce que vous ajoutez sans cesse un peu d'énergie. Cette énergie est nécessaire pour que vos vampires métaboliques – les processus naturels de dissipation – ne vident pas vos souvenirs de leur sang. En d'autres termes, vous devez entretenir activement ces souvenirs, sinon, votre corps réaffectera votre énergie ailleurs, et vous oublierez l'information que vous avez assimilée.

La mémoire de travail est importante dans l'apprentissage des maths et des sciences, car elle constitue votre tableau noir mental, sur lequel vous pouvez

noter les idées que vous examinez, ou que vous essayez de comprendre.



En général, votre mémoire de travail peut retenir quatre éléments (voir illustration à gauche). Quand vous maîtrisez une technique, ou un concept, en maths ou en sciences, cet élément occupe moins de place dans votre mémoire de travail. Cela libère de l'espace dans votre esprit, et celui-ci peut plus facilement s'attaquer à d'autres idées (voir à droite).

Quatre éléments dans la mémoire de travail, avec l'aimable autorisation de l'autrice

Comment conservez-vous des éléments dans votre mémoire de travail ? Souvent grâce à la répétition. Par exemple, vous pouvez vous répéter un numéro de téléphone mentalement jusqu'au moment où vous avez l'occasion de le noter.

Il se peut que vous fermiez les yeux pour empêcher tout autre élément de s'insinuer dans les points d'accès, en nombre limité, de votre mémoire de travail quand vous vous concentrez.

La mémoire à long terme, par contre, est comparable à un entrepôt de stockage. Une fois que des éléments s'y trouvent, ils y restent, en général. Cet entrepôt est assez vaste pour contenir des milliards d'éléments, et les colis stockés se retrouvent facilement enfouis, si profondément qu'il devient difficile de les récupérer. Des recherches montrent que quand votre cerveau introduit pour la première fois une information dans votre mémoire à long terme, vous devez réexaminer plusieurs fois cette information afin d'avoir davantage de chances de la retrouver quand vous en aurez besoin (les fous d'informatique comparent parfois la mémoire à court terme à la mémoire vive d'un ordinateur, et la mémoire à long terme à l'espace disponible sur un disque dur).

La mémoire à long terme s'avère importante quand il s'agit d'apprendre les maths et les sciences, car c'est elle qui stocke les techniques et concepts fondamentaux dont vous avez besoin pour résoudre des problèmes. Déplacer

des informations de la mémoire de travail à la mémoire à long terme prend du temps. Pour faciliter ce processus, employez la technique dite de la « répétition espacée ». Comme vous l'avez sans doute deviné, cette technique consiste à répéter ce que vous essayez de retenir – par exemple un nouveau mot de vocabulaire, ou une nouvelle méthode pour résoudre un problème – mais en espaçant les répétitions au cours de plusieurs jours.

Attendre une journée entre les séances de répétitions, en étalant votre entraînement sur plusieurs jours, fait vraiment une différence. Des recherches montrent que si vous essayez de fixer des informations dans votre mémoire en les répétant vingt fois au cours d'une seule soirée, par exemple, ces informations ne subsisteront pas aussi bien dans votre esprit que si vous les répétez le même nombre de fois, mais au fil de plusieurs jours, ou semaines.

Il en va de même de la construction du mur de brique évoquée précédemment : si vous ne laissez pas au mortier le temps de sécher (ou aux connexions synaptiques le temps de se former et de se consolider), vous n'obtiendrez pas une structure très solide.

À VOUS DE JOUER !

Laissez votre esprit travailler en toile de fond

La prochaine fois que vous abordez un problème complexe, commencez par travailler quelques minutes. Puis, si vous êtes bloqué, passez à un autre problème. Votre mode diffus continuera à travailler, à l'arrière-plan, sur le premier problème. Quand vous y reviendrez par la suite, vous serez souvent agréablement surpris par les progrès que vous aurez accomplis.

CONSEILS CONCERNANT LE SOMMEIL

« Beaucoup de gens disent qu'ils sont incapables de faire la sieste. Il y a des années, à l'occasion d'un cours de yoga, j'ai appris à ralentir ma respiration. Je me contente d'inspirer et d'expirer lentement, sans penser : "Je dois absolument m'endormir." Je me concentre simplement sur ma respiration. Je m'assure aussi qu'il fait sombre dans la pièce, ou bien je mets l'un de ces masques de sommeil qu'on vous donne en avion. Je règle aussi le réveil de mon téléphone sur 20 minutes, car une courte sieste dynamisante qui se transforme en sommeil prolongé peut vous abrutir. Une sieste de cette durée me fait l'effet d'une réinitialisation cognitive. »

Amy Alkon, chroniqueuse de presse et reine du roupillon.

L'importance du sommeil dans l'apprentissage

Vous serez peut-être surpris d'apprendre que le simple fait d'être éveillé entraîne la production de substances toxiques dans le cerveau. Quand vous dormez, vos cellules rétrécissent, ce qui fait nettement augmenter l'espace entre les cellules. C'est comme si on ouvrait un robinet et que l'eau, en circulant, éliminait les toxines.

Cette « séance de ménage » qui a lieu toutes les nuits contribue à la santé de votre cerveau. Quand on ne dort pas suffisamment, l'accumulation de substances toxiques expliquerait que l'on ne parvienne pas à penser de façon très claire. Le manque de sommeil est également lié à des affections qui vont de la maladie d'Alzheimer à la dépression ; et une veille prolongée est même fatale.

Des études montrent que le sommeil joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de la mémoire et dans l'apprentissage. Le « rangement » qui s'effectue pendant le sommeil permet, entre autres choses, d'effacer les détails sans importance des souvenirs, et en renforce simultanément les aspects importants. Pendant que vous dormez, votre cerveau travaille également sur les morceaux difficiles que vous essayez d'apprendre, en les faisant passer et repasser par les circuits neuronaux, pour les approfondir et les consolider.

Enfin, il a été montré que le sommeil aide considérablement à résoudre des problèmes difficiles, et à trouver du sens dans ce qu'on apprend. C'est comme si la désactivation complète de votre moi conscient dans le cortex préfrontal

aidait d'autres zones du cerveau à dialoguer plus facilement les unes avec les autres, ce qui leur permet de trouver la solution neuronale à votre problème pendant que vous dormez (bien entendu, il faut d'abord semer des germes destinés à votre mode diffus, en travaillant au préalable en mode concentré).

Il semble que si vous parcourez votre sujet juste avant de faire une sieste, ou de vous coucher le soir, vous aurez davantage de chances d'en rêver. Si vous allez encore plus loin, en vous mettant en tête que vous voulez absolument rêver du sujet, vos chances d'y parvenir semblent s'en trouver encore améliorées. Rêver de ce que vous étudiez peut considérablement accroître votre capacité à comprendre : d'une certaine manière, cela consolide vos souvenirs sous forme de chunks plus faciles à saisir.

Si vous êtes fatigué, il vaut souvent mieux aller vous coucher, et vous réveiller plus tôt le lendemain, pour faire votre travail avec un cerveau reposé. Les étudiants expérimentés témoignent que lire pendant une heure avec un cerveau reposé est plus efficace que lire trois heures avec un cerveau fatigué. Un cerveau privé de sommeil ne peut tout simplement pas établir les connexions qui se font habituellement dans les processus de pensée normaux.

Si vous ne dormez pas la veille d'un examen, votre esprit sera tout bonnement incapable de fonctionner correctement, même si vous êtes parfaitement préparé par ailleurs, de sorte que vous aurez plus de risques d'obtenir un mauvais résultat.

UNE MÉTHODE POUR DE NOMBREUSES DISCIPLINES

L'approche en mode concentré et en mode diffus est précieuse dans toutes sortes de domaines et de disciplines, pas seulement les maths et les sciences. Comme le dit Paul Schwalbe, étudiant en littérature anglaise de troisième année à l'université :

« Si j'ai du mal à travailler sur un problème, je m'allonge sur mon lit avec un carnet ouvert et un stylo, et je note simplement les pensées qui me viennent au sujet du problème, au moment où je commence à m'endormir, et parfois juste après m'être réveillé. Une partie de ces notes n'a aucun sens, mais parfois j'en retire une vision totalement inédite de mon problème. »

EN RÉSUMÉ

- Employez le mode concentré quand vous vous attaquez pour la première fois à des concepts ou problèmes en maths et en sciences.
- Après avoir fait ce premier travail en mode concentré, laissez le mode diffus prendre la relève. Détendez-vous et faites autre chose !
- Quand l'exaspération vous gagne, il est temps de modifier votre attention pour laisser le mode diffus se mettre au travail en toile de fond.
- En maths et en sciences, il vaut mieux travailler par petites doses, un peu chaque jour. Cela laisse aux modes concentré et diffus le temps dont ils ont besoin pour accomplir leur mission, afin que vous puissiez comprendre ce que vous apprenez. C'est ainsi que de solides structures neuronales se construisent.
- Si vous souffrez de procrastination, réglez un minuteur sur 25 minutes, et essayez de vous concentrer entièrement sur votre tâche, sans vous laisser distraire par des SMS, Internet, ou autres divertissements.
- Il y a deux grands systèmes de mémorisation :
 - la mémoire de travail, comparable à un jongleur qui ne peut faire tourner dans les airs que quatre objets ;
 - la mémoire à long terme, comparable à un entrepôt de stockage pouvant contenir une grande quantité d'informations, qui doivent être réexaminées de temps à autre pour que les souvenirs restent accessibles.
- La répétition espacée aide à faire passer les informations de la mémoire de travail à la mémoire à long terme.
- Le sommeil joue un rôle crucial dans les processus d'apprentissage. Il vous aide à :
 - établir les connexions neuronales nécessaires aux processus de pensée normaux (c'est pour cela que bien dormir la veille d'un examen est si important) ;

- résoudre des problèmes difficiles et trouver du sens dans ce que vous apprenez ;
- renforcer et revoir les éléments importants de ce que vous apprenez, tout en élaguant ce qui n'est pas essentiel.

ON RÉCAPITULE !

Demain matin, levez-vous et faites une courte pause : buvez un verre d'eau, prenez un encas, ou faites semblant d'être un électron et tournez autour d'une table. En vous déplaçant, vérifiez ce que vous avez retenu des idées principales de ce chapitre.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Citez des activités qui peuvent vous aider à passer du mode concentré au mode diffus.
2. On croit parfois mordicus avoir essayé de nouvelles approches pour analyser un problème, alors que ce n'est pas le cas en réalité. Que pouvez-vous faire pour prendre conscience plus activement de vos processus de pensée et rester ouvert à d'autres possibilités ? Doit-on toujours rester ouvert aux nouvelles possibilités ?
3. Pourquoi est-il important de faire appel à la maîtrise de soi pour *cesser* de faire quelque chose ? En dehors des études et de la vie universitaire, à quel moment cette aptitude peut-elle s'avérer importante ?
4. Quand vous apprenez de nouveaux concepts, il faut réexaminer les informations dans un délai d'une journée, pour que les modifications initiales que vous avez apportées à votre cerveau ne s'effacent pas. Mais votre esprit est souvent préoccupé par d'autres sujets, et il est aisé de laisser passer plusieurs jours avant de revoir les informations. Quel plan d'action pouvez-vous mettre en œuvre pour être sûr de revoir les nouveaux matériaux importants dans les temps ?

LES CONSEILS DU NEUROPSYCHOLOGUE ROBERT BILDER AU SUJET DE LA CRÉATIVITÉ



Robert Bilder, à Makapu'u, Hawaii.

Robert Bilder, image © Chad Ebesutani, avec l'aimable autorisation de Robert Bilder

Le professeur de psychiatrie Robert Bilder est directeur du centre Tennenbaum pour la biologie de la créativité, à l'université de Californie à Los Angeles (UCLA), et il dirige le projet « MindWell », destiné à améliorer la réussite créative et le bien-être psychologique des étudiants, employés et enseignants de UCLA.

1. Des recherches portant sur la biologie de la créativité proposent plusieurs ingrédients que nous pouvons tous introduire dans notre recette personnelle du bonheur. Le principal ingrédient est le slogan de Nike : Just do it ! (« Juste fais-le » en français, une invitation à ne pas remettre à plus tard, à ne pas chercher d'excuses...)
2. La créativité est une question de chiffres : le meilleur indicateur du nombre d'œuvres créatives que nous produisons au cours de notre vie est... le nombre d'œuvres tout court que nous produisons. Je trouve parfois insupportable d'avoir à appuyer sur la gâchette et montrer mon travail à d'autres gens, mais chaque fois que je le fais, les choses se passent bien.
3. Gérer la peur : une affiche de développement personnel que j'ai reçue après avoir fait une conférence au siège de Facebook porte l'inscription : « Que feriez-vous si vous n'aviez pas peur ? » J'essaie de regarder cette affiche

quotidiennement, et de faire quelque chose de courageux chaque jour. De quoi avez-vous peur ? Que cela ne vous arrête pas !

4. Il est normal d'avoir à refaire quelque chose : si vous n'aimez pas un résultat, recommencez !
 5. Grâce à la critique, nous nous améliorons : en montrant notre travail aux autres, en extériorisant ce travail de façon à pouvoir l'examiner nous-mêmes, nous y gagnons une perspective et une compréhension nouvelles, et nous pouvons mettre au point des stratégies inédites et meilleures pour le travail suivant.
 6. Soyez prêt à ne pas être d'accord : la créativité est inversement proportionnelle à l'amabilité, de sorte que les individus les plus désagréables ont tendance à être particulièrement créatifs. Quand je repense aux occasions où j'ai innové, je me dis que c'était parce que je remettais en question les réponses toutes faites. Donc je crois que la créativité progresse chaque fois que nous reprenons un problème à sa racine, que nous remettons en question nos présupposés (ainsi que les présupposés des autres), et que nous recommençons !
-

Créer des chunks et éviter l'illusion de la compétence

Les clés pour « chuchoter à l'oreille des équations »

La première fois que Solomon Cherechevski a attiré l'attention de son patron, c'était parce qu'il se montrait paresseux (en tout cas, c'était ce que croyait son patron).

Solomon était journaliste. À l'époque, au milieu des années 1920, en Union soviétique, être journaliste signifiait faire les reportages que l'on vous disait de faire, ni plus ni moins. Chaque jour, les sujets étaient distribués, avec une liste détaillant les interlocuteurs à rencontrer, leur adresse, et les informations à obtenir. Le rédacteur en chef finit par remarquer que tout le monde prenait des notes. Tout le monde, sauf Solomon Cherechevski. Intrigué, le rédacteur demanda à Solomon ce qui se passait.

Solomon se montra surpris : à quoi bon prendre des notes, répondit-il, alors qu'il pouvait se souvenir de tout ce qu'il entendait. Sur ce, Solomon se mit à réciter mot pour mot le début de la conférence du matin. Ce qui l'étonnait, c'était de découvrir que tout le monde n'avait pas une mémoire comme la sienne, parfaite et indélébile.

Et vous, aimeriez-vous avoir une telle mémoire ?

En fait, sans doute pas, car Solomon avait aussi un petit problème, qui allait de pair avec sa mémoire extraordinaire.

Dans ce chapitre, nous allons examiner en détail ce problème, qui concerne la façon dont la concentration est liée à la fois à la compréhension et à la mémoire.

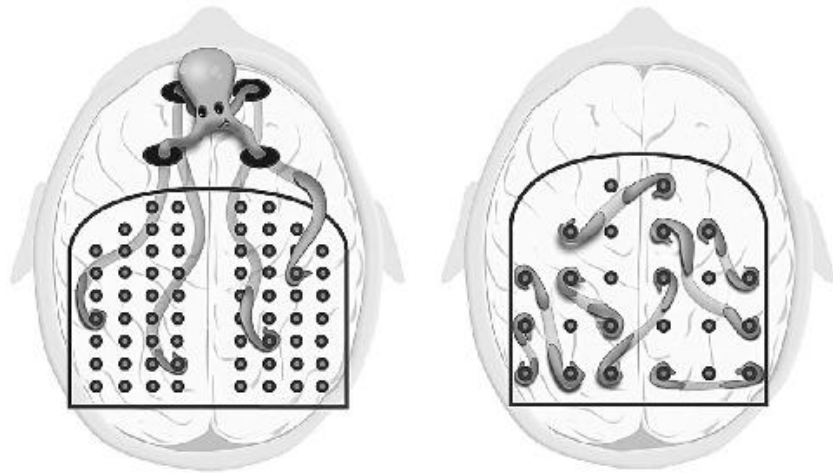
Que se passe-t-il quand vous focalisez votre attention ?

Dans le chapitre précédent, nous avons étudié une situation irritante : celle où vous restez bloqué sur une façon de considérer un problème, sans parvenir à prendre du recul pour trouver des méthodes plus faciles et plus efficaces. C'est l'effet *Einstellung*. En d'autres termes, l'attention focalisée aide souvent à résoudre des problèmes, mais elle peut aussi en créer, en nous empêchant de découvrir de nouvelles solutions.

Quand vous concentrez votre attention sur quelque chose, votre « pieuvre attentionnelle » étend ses tentacules neuronaux pour relier diverses parties du cerveau. Ainsi, si vous vous concentrez sur une forme, un tentacule de la conscience s'étend du thalamus vers le lobe occipital, alors même qu'un autre tentacule s'étend vers la surface ridée du cortex. Résultat ? Vous pensez à quelque chose de rond.

Si vous vous concentrez sur une couleur, le tentacule attentionnel dans le lobe occipital se modifie légèrement, et l'idée de quelque chose de vert, par exemple, surgit.

D'autres connexions tentaculaires ont lieu, et vous finissez par comprendre que vous regardez une variété particulière de pomme verte : une granny-smith, miam-miam !



La pieuvre qui correspond à l'attention focalisée (à gauche) étend ses tentacules, en passant par les quatre points d'accès de la mémoire de travail, pour relier délibérément les champignons neuronaux de votre cerveau étroitement concentré. Le mode diffus (à droite) présente des champignons plus espacés. Ce mode se compose d'un fouillis délirant de connexions potentielles.

Pieuvre du mode concentré et fouillis du mode diffus, image © 2014 Kevin Mendez

Focaliser votre attention pour relier diverses parties de votre cerveau constitue une part importante du mode d'apprentissage concentré. Curieusement, si vous êtes stressé, votre pieuvre attentionnelle se met à perdre sa capacité à réaliser certaines de ces connexions. C'est la raison pour laquelle le cerveau ne semble pas fonctionner correctement quand on est en colère, stressé, ou effrayé.

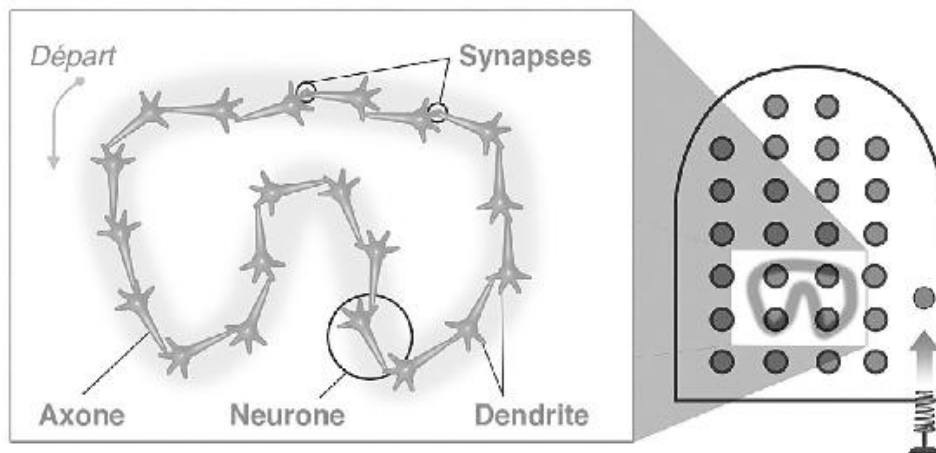
Disons, par exemple, que vous voulez apprendre à parler espagnol. Si vous êtes un enfant qui vit dans une famille hispanophone, apprendre l'espagnol est aussi naturel que respirer. Votre mère vous dit « mama », et vous lui répondez « mama ». Vos neurones se déclenchent et se connectent en formant une boucle mentale scintillante, qui scelle dans votre esprit la relation entre le son « mama » et le visage souriant de votre mère.

Cette boucle neuronale scintillante constitue une trace mnésique, reliée, bien entendu, à de nombreuses autres traces mnésiques apparentées.

Les meilleurs programmes de langues, comme ceux du Defense Language Institute, où j'ai appris le russe, font appel à une pratique structurée, qui

comporte de nombreuses répétitions et de l'apprentissage par cœur, en mode concentré, associés à des conversations libres avec des locuteurs natifs, qui sont davantage de type diffus. Le but est d'ancrer en vous les mots et formes de base, pour que vous puissiez parler de façon aussi libre et créative dans votre nouvelle langue que vous le faites dans votre langue maternelle.

La pratique en mode concentré et les répétitions – c'est-à-dire la création de traces mnésiques – sont également déterminants dans un coup de golf impeccablement réalisé, ou le retournement d'une omelette par un cuisinier expérimenté, ou encore un lancer franc au basketball. Dans le domaine de la danse, il y a un fossé entre la pirouette maladroite d'un bambin et la grâce élaborée d'un danseur professionnel. Mais le chemin qui mène à la maîtrise parfaite se trace petit à petit. Les pirouettes, entrechats, pivots et battements mémorisés finissent par s'intégrer dans des interprétations plus vastes et plus créatives.



L'illustration de gauche représente les connexions compactes qui apparaissent quand un chunk de connaissances se forme (des neurones qui s'excitent ensemble se lient entre eux). L'illustration de droite montre le même schéma dans le flipper symbolique de votre esprit. Une telle trace mnésique est facile à retrouver quand vous en avez besoin.

Schéma neuronal, image © 2014 Kevin Mendez

Qu'est-ce qu'un chunk ? Le problème de chunking de Solomon

L'extraordinaire mémoire de Solomon Cherechevski avait un inconvénient surprenant. Les traces mnésiques dans son cerveau étaient si vives et chargées d'émotions, si riches en connexions qu'elles interféraient avec sa capacité à assembler ces traces pour créer des chunks conceptuels. Autrement dit, Salomon ne pouvait pas voir la forêt parce que les images de chaque arbre qu'il percevait étaient trop saisissantes.

Les chunks sont des informations liées par le sens. Vous pouvez prendre les lettres « p », « o » et « p », et les unir en un seul chunk conceptuel, facile à mémoriser, le mot *pop*. C'est un peu comme si l'on convertissait un fichier informatique lourd et encombrant en fichier compressé au format ZIP. Sous le chunk simple formé par *pop*, se trouve une symphonie de neurones, qui ont appris à faire des trilles ensemble harmonieusement. L'activité neuronale complexe qui unit nos chunks de pensée, simplificateurs et abstraits (que ces pensées se rapportent à des acronymes, des idées, ou des concepts), est à la base d'une grande partie de la science, de la littérature, et de l'art.

Prenons un exemple : au début des années 1900, le savant allemand Alfred Wegener a élaboré sa théorie de la dérive des continents. En analysant des cartes, et en réfléchissant aux données qu'il avait accumulées au cours de ses recherches et de ses explorations, Wegener découvrit que les diverses masses terrestres s'assemblaient comme les pièces d'un puzzle. Les similitudes entre les diverses masses terrestres, du point de vue des roches et des fossiles, renforçaient cette correspondance. Wegener rassembla des indices, et il devint clair que tous les continents étaient unis, il y a très longtemps, sous la forme d'une masse unique. Au fil du temps, cette masse s'est brisée, et les morceaux se sont éloignés, pour former les continents, séparés par des océans, que nous connaissons aujourd'hui.

La dérive des continents, quelle formidable découverte !

Mais si Solomon Cherechevski avait lu cette histoire sur la découverte de la dérive des continents, il n'y aurait rien compris. Il aurait été capable de répéter chaque mot de l'histoire, mais aurait eu beaucoup de mal à saisir le concept même de la dérive des continents, car il lui était impossible de relier plusieurs traces mnésiques pour en faire des chunks conceptuels.

Il s'avère que l'une des premières étapes, quand on veut atteindre un niveau avancé en maths et en sciences, consiste à créer des chunks conceptuels, c'est-à-

dire à faire des sauts mentaux, qui unissent des informations distinctes, grâce au sens. Le chunking des informations que vous traitez aidera votre cerveau à fonctionner plus efficacement. Une fois que vous avez formé un chunk avec une idée ou un concept, vous n'avez plus à vous souvenir de tous les détails sous-jacents, vous connaissez l'idée principale, le chunk, ce qui est suffisant. C'est comme lorsque vous vous habillez le matin. En général, vous n'avez qu'une seule pensée simple : je vais m'habiller. Mais il est stupéfiant de voir qu'un tourbillon complexe d'activités sous-jacentes intervient du fait de ce simple chunk de pensée.

Alors, quand vous étudiez les maths et les sciences, comment formez-vous un chunk ?

Les étapes de base pour former un chunk

Les chunks liés à des concepts et procédés différents peuvent être façonnés de diverses manières. Souvent, c'est assez facile. Vous avez formé un chunk simple, par exemple, quand vous avez compris l'idée de la dérive des continents. Mais comme le présent ouvrage porte sur l'apprentissage des maths et des sciences en général, plutôt que la géologie en particulier, nous allons prendre comme premier chunk, à des fins d'illustration, la capacité à comprendre et résoudre un type de problème en maths ou en sciences.

Quand vous apprenez de nouvelles notions en maths et en sciences, on vous donne presque toujours en exemples des problèmes-types, avec leurs solutions déjà rédigées. Cela est dû au fait que lorsque vous essayez de résoudre un problème pour la première fois, vous faites face à une lourde charge cognitive, de sorte que commencer par un exemple entièrement décortiqué est d'une grande aide. C'est comme quand vous utilisez un GPS quand vous conduisez sur des routes inconnues en pleine nuit. La plupart des détails sont là, sous vos yeux, dans la solution proposée, et votre tâche consiste simplement à comprendre pourquoi les étapes se succèdent de cette façon. Cela peut vous aider à percevoir les éléments essentiels et les principes sous-jacents d'un problème.

Certains enseignants n'aiment pas donner trop de problèmes ou de tests déjà corrigés à leurs étudiants, car ils pensent que cela leur facilite trop la tâche. Mais de nombreuses études montrent que proposer ce genre de ressources aide les étudiants à apprendre bien plus en profondeur. Le seul défaut de l'utilisation d'exemples corrigés pour former des chunks est que l'on risque de trop se concentrer sur la raison pour laquelle une étape prise séparément fonctionne, au lieu de se focaliser sur la connexion entre les étapes (c'est-à-dire sur la raison pour laquelle telle étape en particulier est celle que vous devriez effectuer ensuite). Donc soyez conscient que je ne parle pas d'une approche bornée, à l'emporte-pièce, du type « faites ce qu'on vous dit de faire », quand il s'agit de suivre une solution pré-rédigée. En fait, ce serait plutôt comme employer un guide pour qu'il vous aide à vous rendre dans un endroit inconnu.

Faites attention à ce qui se passe autour de vous quand vous êtes en compagnie du guide, et rapidement, vous parviendrez à vous orienter seul. Et vous commencerez même à trouver des itinéraires que le guide ne vous avait pas indiqués.



Information brute



Mémorisation
sans
compréhension



Information transformée
en chunk et comprise

Quand vous abordez pour la première fois un concept totalement inédit en maths ou en sciences, ce concept s'avère parfois assez incompréhensible, comme l'illustrent les pièces du puzzle ci-dessus, à gauche. Se contenter de mémoriser un fait (au centre), sans compréhension ni contexte, ne vous aide pas à saisir ce qui se passe réellement, ni à savoir comment le concept s'emboîte dans les autres concepts que vous apprenez (notez que la pièce ronde n'a pas de bordure découpée lui permettant de s'imbriquer dans d'autres pièces). Le chunking (à droite) est le saut mental qui vous permet d'assembler des fragments d'information grâce au sens. Avec un nouvel ensemble logique, il devient plus facile de se souvenir du chunk, et il est également plus facile d'insérer ce chunk dans le contexte plus large de ce que vous apprenez.

Puzzle représentant le visage d'un homme, image © 2014 Kevin Mendez et Philip Oakley

1. La première étape du chunking, donc, consiste simplement à focaliser votre attention sur l'information que vous voulez transformer en chunk. Si la télévision est allumée en toile de fond, ou si vous vérifiez vos SMS sur votre téléphone portable, ou vos courriels sur votre ordinateur toutes les cinq minutes, vous aurez du mal à former un chunk, car votre cerveau ne sera pas vraiment concentré sur le chunking. Quand vous apprenez quelque chose d'inédit, vous formez de nouveaux schémas neuronaux, que vous connectez à des schémas préexistants, disséminés dans de nombreuses zones du cerveau. Les tentacules de votre pieuvre auront des difficultés à opérer des connexions s'ils doivent en même temps s'occuper d'autres pensées.
2. La deuxième étape du chunking consiste à comprendre l'idée de base que vous voulez transformer en chunk, qu'il s'agisse d'un concept comme la dérive des continents, de l'idée que la force est proportionnelle à la masse, du principe économique de l'offre et de la demande, ou d'un problème de

maths d'un type particulier. Cette étape de compréhension élémentaire, qui synthétise l'essentiel de ce qui est important, constituait une tâche difficile pour Solomon Cherechevski, mais la plupart des étudiants comprennent ces idées principales spontanément. Ou du moins, les étudiants parviennent à saisir ces idées s'ils laissent les modes de pensée concentré et diffus se relayer, afin que ces derniers puissent les aider à comprendre.

Comprendre, c'est comme utiliser de la Super Glue qui colle les traces mnésiques sous-jacentes les unes aux autres. La compréhension engendre des traces larges et globales, reliées à de nombreuses autres traces mnésiques. Peut-on former un chunk sans comprendre ? Oui, mais un chunk inutilisable, qui ne s'intégrera dans aucun autre sujet que vous apprenez.

Ceci dit, il est important de savoir que se contenter de comprendre comment un problème a été résolu ne produit pas nécessairement un chunk dont vous pourrez vous souvenir facilement plus tard. Il ne faut pas confondre l'euphorie d'une avancée dans la compréhension avec une solide expertise dans un domaine ! (Cela explique en partie pourquoi vous pouvez saisir une idée quand un enseignant vous l'explique en cours, mais la trouver incompréhensible une fois le moment venu de préparer un examen, si vous ne l'avez pas révisée assez rapidement après l'avoir apprise pour la première fois.) En refermant votre manuel et en vous testant vous-même sur la façon de résoudre les problèmes, vous accélérerez aussi votre apprentissage à ce stade.

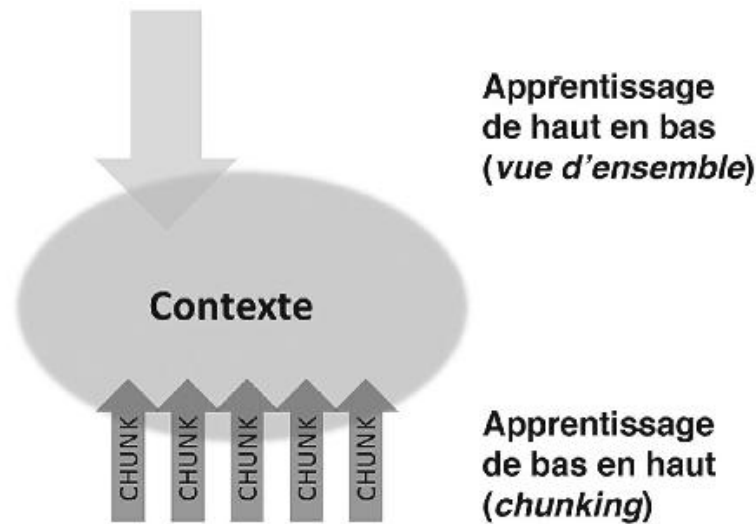
3. La troisième étape du chunking consiste à accéder au contexte, pour savoir *comment*, mais aussi *quand* utiliser un chunk. Connaître le contexte signifie dépasser le problème initial pour voir les choses de façon plus large, ainsi que s'exercer et refaire des problèmes, qu'ils soient liés ou pas, afin de savoir quand utiliser le chunk, mais aussi quand *ne pas* l'utiliser.

Il devient ainsi plus facile de voir comment votre chunk récemment formé s'intègre dans la situation globale. Autrement dit, vous avez peut-être un outil dans votre boîte à outils (stratégique ou de résolution de problèmes), mais si vous ne savez pas à quel moment vous devez l'utiliser, il ne vous sera pas d'une grande utilité. En définitive, la pratique vous aide à élargir les

réseaux de neurones connectés à votre chunk, garantissant à la fois sa solidité, mais aussi son accessibilité par de nombreux chemins différents.

Certains chunks, liés à la fois aux concepts et aux méthodes, se renforcent les uns les autres. Résoudre de nombreux problèmes de maths donne l'occasion d'apprendre pourquoi une méthode fonctionne de telle façon, ou pourquoi elle fonctionne tout court. Comprendre le concept sous-jacent permet de détecter plus facilement les erreurs quand vous les commettez (croyez-moi, vous ferez des erreurs à coup sûr, et c'est une bonne chose). Cela facilite également beaucoup l'application de vos connaissances à des problèmes inédits, un phénomène nommé *transfert*. Nous parlerons davantage du transfert plus tard.

Comme vous pouvez le voir sur l'illustration suivante (« de haut en bas » et « de bas en haut »), l'apprentissage se fait de deux façons. Il y a un processus de chunking de bas en haut, suivant lequel la pratique et la répétition vous aident à former et renforcer chaque chunk, pour que vous puissiez y avoir facilement accès si nécessaire. Et il y a un processus de vision globale, de haut en bas, qui vous permet de voir où s'intègre ce que vous apprenez. Les deux processus sont essentiels pour acquérir la maîtrise d'un sujet. Le contexte est le lieu où l'apprentissage de bas en haut et l'apprentissage de haut en bas se rencontrent.



L'apprentissage par vue d'ensemble, de haut en bas, de même que le chunking de bas en haut sont importants pour devenir un expert en maths et en sciences.

Apprentissage de haut en bas et de bas en haut, avec l'aimable autorisation de l'autrice

Pour clarifier la situation, le chunking peut vous amener à apprendre *comment* utiliser une certaine technique de résolution de problèmes. Le contexte implique d'apprendre *quand* utiliser cette technique plutôt qu'une autre.

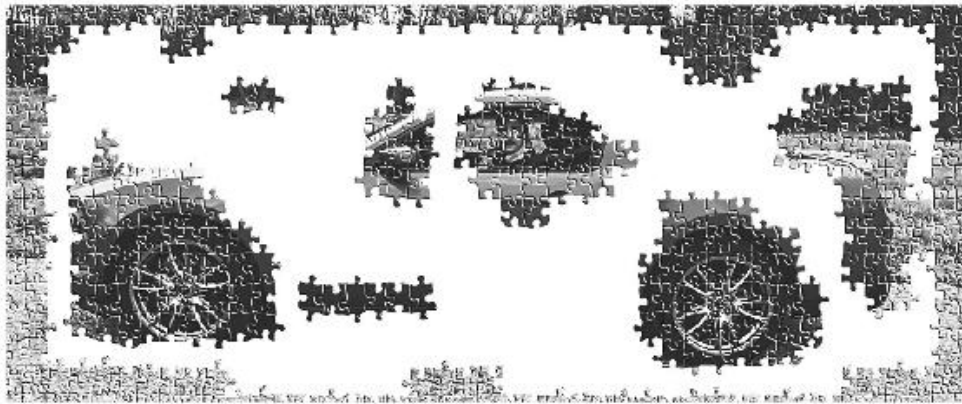
Voilà les principales étapes pour former un chunk et l'intégrer dans la vue d'ensemble conceptuelle plus vaste de ce que vous apprenez.

Mais il y a d'autres aspects.

DODO, L'ENFANT DO, L'ENFANT DORMIRA BIENTÔT...

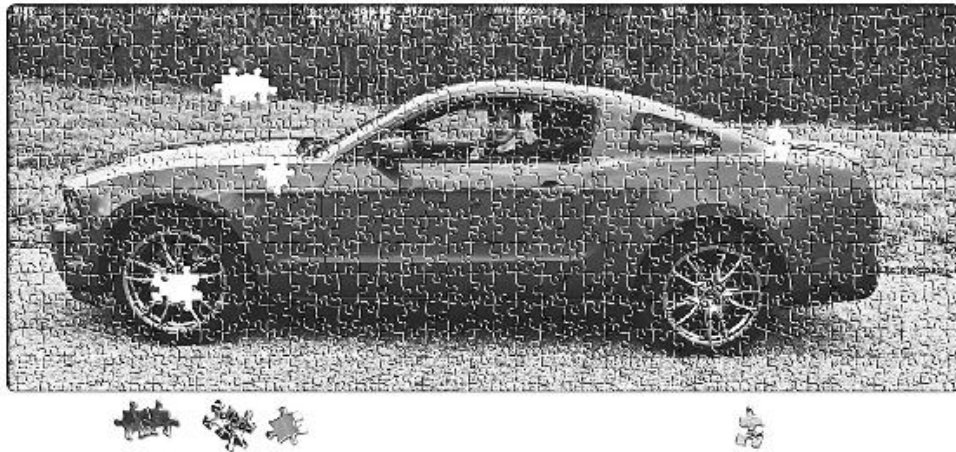
« Je dis à mes étudiants qu'assimiler les principes de base de la comptabilité, c'est comme assimiler la façon de taper sur un clavier. D'ailleurs, alors que j'écris ceci, je ne pense pas à l'acte de dactylographier, mais à la formulation de mes pensées, car taper à la machine m'est naturel. Mon mantra, à la fin de chaque cours, est de dire aux étudiants de relire les règles du débit et du crédit, ainsi que l'équation comptable, juste avant d'aller se coucher le soir. Que ce soient les dernières choses qu'ils se répètent à eux-mêmes avant de s'endormir ! Bon, exception faite de la méditation ou des prières, bien entendu ! »

Debra Gassner Dragone, chargée de cours en comptabilité, université
du Delaware.



Parcourir un chapitre, ou écouter une conférence bien structurée, vous permet de vous faire une idée d'ensemble. Cela vous aide à savoir où mettre les chunks que vous formez. Puis commencez par apprendre les concepts ou les points principaux : ce sont souvent les parties essentielles d'un bon cours, ou les grandes lignes d'un chapitre, d'un diagramme, d'un tableau, ou d'une carte conceptuelle. Quand c'est chose faite, ajoutez les détails. Même s'il manque quelques pièces du puzzle à la fin de vos études, vous pourrez quand même avoir une vision globale.

Puzzle presque assemblé représentant un homme dans une voiture, image ©
2014 Kevin Mendez et Philip Oakley



Le chunking d'un concept transformé en ruban, avec l'aimable autorisation de l'auteur

L'illusion de la compétence et l'importance du rappel

Essayer de se *rappeler* des informations pendant l'apprentissage, c'est-à-dire s'exercer à la récupération mentale de données, est bien plus efficace que de simplement relire un document. Le psychologue Jeffrey Karpicke et son équipe ont montré que de nombreux étudiants sont victimes d'une illusion, celle d'être compétents, quand ils travaillent.

Karpicke s'est aperçu que la plupart des étudiants « lisaient leurs notes de cours, ou leur manuel, de façon répétée (malgré les bénéfices limités de cette stratégie), mais qu'assez peu d'entre eux se livraient à des auto-évaluations ou à des exercices de récupération mentale de données quand ils étudiaient ». Quand vous avez un livre (ou Google !) ouvert devant vous, cela vous donne l'illusion que les informations se trouvent également dans votre cerveau. Mais c'est faux ! Comme il est souvent plus facile de regarder un livre que de se remémorer des informations, les étudiants se bercent d'illusions, et étudient d'une façon très peu productive.

De fait, c'est précisément la raison pour laquelle *vouloir* apprendre un sujet, et lui consacrer beaucoup de temps, ne garantit pas que vous allez effectivement l'apprendre. Comme Alan Baddeley, psychologue de renom et

spécialiste de la mémoire, le fait remarquer : « L'intention d'apprendre n'est utile que si elle conduit à l'emploi de stratégies d'apprentissage efficaces. »

Vous serez peut-être surpris d'apprendre que surligner ou souligner du texte est une technique qui doit être utilisée avec prudence, sinon elle peut s'avérer inefficace, voire trompeuse. C'est comme si le geste de votre main vous faisait croire que vous avez effectivement introduit le concept dans votre cerveau. Avant de faire la moindre annotation d'un texte, entraînez-vous à en chercher les idées principales, et réduisez vos interventions écrites au minimum (une phrase, ou moins, par paragraphe). Par contre, les mots ou notes en marge, résumant des concepts clés, sont une bonne idée.

En pratiquant le rappel, la récupération mentale des idées essentielles, plutôt que la relecture passive, vous serez plus concentré, et le temps que vous consacrez à l'étude sera plus productif. La seule façon de relire un texte efficacement, semble-t-il, est de laisser s'écouler du temps entre les relectures, et d'appliquer ainsi la technique de répétition espacée.

Dans le même ordre d'idées, résolvez toujours vous-même les problèmes de maths et sciences que l'on vous donne à faire chez vous. Certains manuels comportent des corrigés en fin d'ouvrage, mais n'utilisez ces derniers que pour vérifier vos réponses. Les informations seront ainsi plus profondément enracinées dans votre esprit, et bien plus accessibles quand vous en aurez vraiment besoin. C'est pourquoi les enseignants insistent autant pour que vous fassiez la preuve du travail que vous fournissez et de vos capacités de raisonnement en vous donnant des tests et des problèmes à faire à la maison.

Cette démarche vous oblige à vous frayer un chemin par la pensée à travers un problème, et constitue une auto-évaluation de votre compréhension. Cette information supplémentaire sur votre réflexion donne aussi aux correcteurs une bonne occasion de vous faire des commentaires utiles.

Il vaut mieux ne pas attendre trop longtemps avant de mettre en œuvre le rappel, pour ne pas avoir à recommencer le renforcement du concept en repartant à zéro à chaque fois. Essayez de revenir sur ce que vous apprenez dans le délai d'un jour, surtout si le sujet est nouveau et ardu. Pour cette raison, de nombreux enseignants recommandent aux étudiants, dans la limite du possible, de recopier leurs notes le soir qui suit un cours. Cela contribue à solidifier les chunks qui se forment depuis peu, et met en évidence les lacunes

dans votre compréhension, lacunes que les profs adorent prendre pour cible lors des tests. Détecter où se situent ces lacunes, bien entendu, est un premier pas nécessaire avant de les combler.

Une fois que vous avez appris quelque chose, vous pouvez allonger le délai entre les répétitions « d'entretien » à des semaines ou des mois, jusqu'à ce que finalement cette mémorisation devienne quasi permanente. Un jour, par exemple, je suis retournée en Russie, et j'ai été irritée par un chauffeur de taxi peu scrupuleux. À mon grand étonnement, des mots auxquels je n'avais pas pensé et que je n'avais pas utilisés depuis vingt-cinq ans me sont venus immédiatement à l'esprit, alors que je n'étais même pas consciente de *connaître* ces mots !

QUE VOS CONNAISSANCES DEVIENNENT UNE SECONDE NATURE

« Il y a autant de différence entre apprendre un concept en cours et appliquer ce concept à un problème physique réel qu'entre un simple étudiant et un scientifique ou un ingénieur à part entière. La seule façon que je connaisse pour faire le saut consiste à travailler avec le concept jusqu'à ce qu'il devienne une seconde nature, et que vous puissiez vous en servir comme d'un outil. »

Thomas Day, professeur d'ingénierie du son, McNally Smith College of Music.

Plus tard, nous discuterons des applications et des logiciels utiles qui facilitent l'apprentissage, mais pour l'instant, il suffit de mentionner que les systèmes de cartes mémoires électroniques bien conçus, comme Anki, sont dotés de délais adaptés pour la répétition espacée, afin d'optimiser le rythme d'apprentissage de nouveaux sujets.

On peut se représenter ce type d'apprentissage et de rappel comme dans l'illustration suivante, montrant la mémoire de travail. Comme nous l'avons déjà évoqué, il y a approximativement quatre zones dans la mémoire de travail.



Quand vous transformez un concept en chunk pour la première fois, les parties pré-transformées du concept occupent toute votre mémoire de travail, comme on le voit à gauche. Quand vous commencez à transformer le concept en chunk, vous sentez que ce dernier se connecte plus facilement et plus régulièrement dans votre esprit, comme illustré au centre. Une fois le concept transformé en chunk, comme on le voit à droite, il n'occupe qu'un seul point d'accès dans la mémoire de travail. Il devient simultanément un fil régulier, facile à suivre et à utiliser pour réaliser de nouvelles connexions. Le reste de votre mémoire de travail reste dégagé. Ce fil suspendu, formé de données transformées en chunk, a, dans un sens, fait augmenter la quantité d'informations accessibles à votre mémoire de travail, comme si le point d'accès de la mémoire de travail était un hyperlien connecté à une grande page web.

Aller directement à la bonne solution, image © 2014 Kevin Mendez

Quand vous apprenez à résoudre un problème pour la première fois, toute votre mémoire de travail joue un rôle dans le processus, comme le montre l'enchevêtrement de connexions entre les quatre points d'accès de la mémoire de travail, à gauche. Mais quand vous êtes familiarisé avec le concept (ou la méthode) que vous apprenez, et que vous l'avez résumé à un chunk unique, c'est comme si la pensée formait un ruban régulier (voir à droite). Le chunking, qui fait appel à la mémoire à long terme, libère le reste de votre mémoire de travail pour que celle-ci puisse traiter d'autres informations.

Chaque fois que vous le souhaitez, vous pouvez faire passer ce ruban (ce chunk) de la mémoire à long terme à la mémoire de travail, et suivre le fil, en réalisant régulièrement de nouvelles connexions.

Maintenant, vous comprenez pourquoi il est essentiel que ce soit vous qui résolviez le problème, et non celui qui a rédigé les corrigés du manuel. Si vous faites un problème uniquement en regardant sa solution, et que vous vous dites

« ah oui, je comprends pourquoi ils ont fait ça », alors vous n'avez pas réellement trouvé la solution, vous n'avez pratiquement rien fait pour entrelacer les concepts dans vos circuits neurologiques sous-jacents. Se contenter de jeter un coup d'œil à la solution d'un problème, et penser que vous avez compris le problème vous-même est l'une des illusions de compétence les plus courantes dans le domaine de l'apprentissage.

À VOUS DE JOUER !

Comprendre l'illusion de la compétence

Les anagrammes sont des mots que l'on forme en changeant de place les lettres d'un ou plusieurs autres mots. Par exemple, à partir des mots « rame rue ici », pouvez-vous obtenir le nom d'une célébrité du monde de la physique ? Il vous faudra peut-être réfléchir longtemps avant de trouver, mais si on vous donnait la solution sur cette page, l'effet eurêka qui en résulterait vous ferait croire que vos dons pour résoudre les anagrammes sont supérieurs à ce qu'ils sont en réalité.

De même, les étudiants croient souvent, à tort, qu'ils apprennent simplement en relisant ce qui est écrit sur la page devant eux. Ils ont l'illusion d'être compétents parce que la solution est déjà là.

Choisissez un concept mathématique ou scientifique dans vos notes de cours, ou dans ce livre. Lisez le texte qui s'y rapporte, puis détournez le regard, et vérifiez de quoi vous vous souvenez (en essayant en même temps de comprendre ce que vous vous remémorez). Puis regardez la page de nouveau, relisez le concept, et recommencez.

En fin de compte, vous aurez sans doute la surprise de constater que ce simple exercice de rappel vous a permis d'améliorer nettement votre *compréhension* du concept.

Il faut que les informations perdurent dans votre mémoire si vous voulez maîtriser suffisamment un sujet pour réussir vos tests et penser de façon créative. La capacité à combiner des chunks de façon inédite sous-tend la majeure partie des grandes inventions. Steven Johnson, dans son formidable ouvrage *Where Good Ideas Come From*, décrit la « lente intuition », le bouillonnement, pendant des années, des processus concentré et diffus, qui engendrent des découvertes créatives allant de la théorie de l'évolution de Darwin à la création du World Wide Web.

Une particularité essentielle de cette lente intuition est simplement qu'elle a accès aux divers aspects d'une idée. De cette façon, certains aspects peuvent se combiner avec d'autres, de façon hésitante et au hasard, jusqu'à ce que finalement une merveilleuse innovation émerge. Johnson fait remarquer que Bill Gates et d'autres capitaines d'industrie se ménagent des séances de lecture prolongées, pouvant durer une semaine, pour avoir à l'esprit des idées nombreuses et variées à un moment donné. Cela favorise leur propre réflexion innovante, en permettant à des idées encore fraîches dans leur esprit, pas encore oubliées, de s'interconnecter (il est important de remarquer ici que l'une des différences essentielles entre les scientifiques créatifs et ceux qui sont techniquement compétents, mais dépourvus d'imagination, réside dans l'étendue de leurs centres d'intérêt).

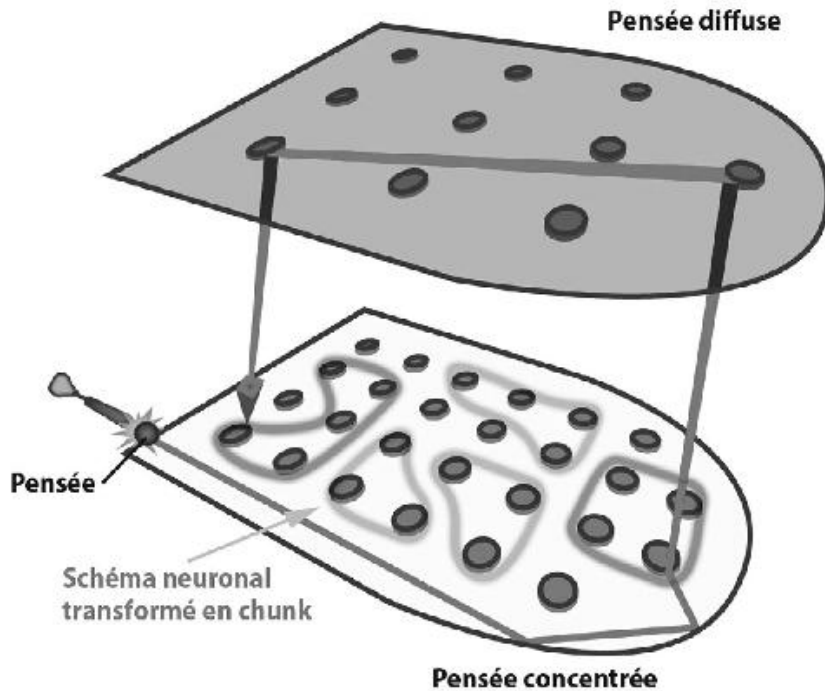
Plus votre bibliothèque mentale de chunks sera vaste, plus vous serez capable de résoudre facilement des problèmes. En outre, en acquérant de l'expérience en matière de chunking, vous verrez que les chunks que vous parvenez à créer sont plus gros, et les rubans plus longs.

Vous vous dites peut-être qu'il y a tant de problèmes et de concepts dans un seul chapitre du livre de maths ou de sciences que vous étudiez qu'il est impossible de tout aborder ! C'est là qu'intervient la loi du hasard heureux : la chance sourit à celui qui essaie...

Concentrez-vous simplement sur le sujet que vous étudiez. Vous constaterez qu'après avoir rangé dans votre bibliothèque le premier problème (ou concept), quel qu'il soit, le deuxième y entre un peu plus facilement. Et le troisième encore plus. Non pas que tout cela soit une sinécure, mais les choses deviennent vraiment plus faciles.

En constituant une bibliothèque de chunks, vous entraînez votre cerveau à reconnaître non seulement un problème spécifique, mais aussi divers *types* et *catégories* de problèmes, de façon à savoir automatiquement comment résoudre rapidement tout ce que vous rencontrez. Vous commencerez à percevoir des schémas qui simplifient la résolution des problèmes, et vous découvrirez vite que diverses techniques permettant de trouver des solutions rôdent à la périphérie de votre mémoire.

Avant les examens de mi-trimestre, ou de fin d'année, il vous sera facile de réviser et d'avoir ces solutions disponibles mentalement.



Si vous avez intériorisé une bibliothèque de concepts et de solutions sous forme de schémas transformés en chunks, vous pouvez plus facilement trouver la solution d'un problème en écoutant ce que vous chuchote votre mode diffus. Celui-ci peut également vous aider à connecter deux chunks, ou davantage, de façon inédite, pour résoudre des problèmes inhabituels.

Il y a deux façons de résoudre des problèmes : grâce à un raisonnement séquentiel, pas à pas, ou bien par le biais d'une intuition plus holistique. La pensée séquentielle, selon laquelle chaque petite étape mène résolument à la solution, fait appel au mode concentré. L'intuition, par contre, semble souvent nécessiter la connexion créative, en mode diffus, de plusieurs pensées du mode concentré, apparemment différentes.

La plupart des problèmes difficiles sont résolus par l'intuition, car ils sont éloignés de ce qui vous est familier. Ne perdez pas de vue que la façon semi-aléatoire dont le mode diffus réalise des connexions signifie que les solutions offertes par ce mode doivent être soigneusement vérifiées à l'aide du mode concentré. Les intuitions ne sont pas toujours justes !

La pratique rend les choses permanentes, image © 2014 Kevin Mendez

À VOUS DE JOUER

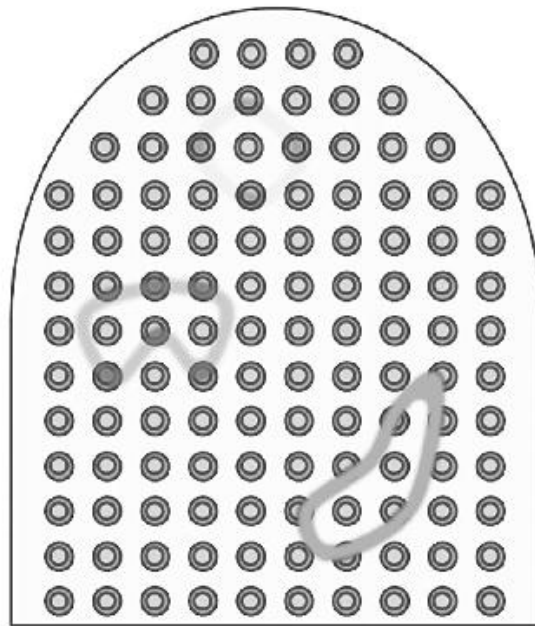
Que faire si vous ne comprenez pas

Si vous ne comprenez pas une méthode présentée en cours, arrêtez-vous et remontez dans le temps. Allez sur Internet et regardez qui a trouvé cette méthode, ou qui a été parmi les premiers à l'utiliser. Essayez de comprendre comment son inventeur est arrivé à cette idée, et pourquoi sa méthode est utilisée (on trouve souvent une explication simple, donnant une idée de la raison pour laquelle une méthode est enseignée et indiquant pourquoi vous pouvez en avoir besoin).

La pratique rend les choses permanentes

J'ai déjà indiqué que se contenter de comprendre n'était pas suffisant, en général, pour former un chunk. Vous pouvez vous faire une idée de ce que je veux dire en regardant la représentation du cerveau suivante. Les chunks (les boucles) sur l'illustration ne sont en fait que des traces mnésiques étoffées, qui sont apparues parce que vous avez élaboré du sens. En d'autres termes, un chunk est simplement une trace mnésique plus complexe. En haut, il y a un chunk très peu visible. Ce chunk est ce qui commence à se former quand vous avez compris un concept ou un problème, et que vous vous êtes exercé une fois ou deux seulement. Au milieu, le schéma est plus foncé. C'est le schéma neuronal plus solide qui apparaît quand vous vous êtes exercé un peu plus, et que vous avez vu ce chunk dans d'autres contextes. En bas, le chunk est très foncé.

Résoudre des problèmes en maths et en sciences, c'est comme jouer un morceau au piano : plus vous vous exercez, plus vos schémas mentaux deviennent stables, foncés, et solides.



Vous avez désormais un chunk solide, qui est bien implanté dans la mémoire à long terme.

Puzzle représentant une voiture floue, partiellement assemblée, image © 2014 Kevin Mendez

Par ailleurs, il est important de consolider un schéma d'apprentissage initial dans un délai de 24 heures après avoir commencé à le former. Sans cette consolidation, le schéma peut rapidement s'estomper. Plus loin, nous parlerons davantage de l'importance de la répétition espacée dans le domaine de l'apprentissage. D'autre part, vous pouvez renforcer un « mauvais » processus en refaisant sans cesse les mêmes problèmes d'une façon erronée. C'est pourquoi il est crucial de faire des vérifications. Même une bonne réponse peut vous induire en erreur, si vous la trouvez à l'aide d'un raisonnement incorrect.

L'IMPORTANCE DU CHUNKING

« Les mathématiques sont étonnamment compressibles : vous pouvez lutter longtemps, pas à pas, pour élucider un processus ou une idée, en suivant diverses approches, mais une fois que vous comprenez vraiment, et que votre vision mentale vous permet de percevoir les choses comme un tout, il y a souvent une énorme compression mentale qui s'effectue. Vous pouvez classer ce que vous avez compris, vous en souvenir rapidement et complètement quand vous en avez besoin, et vous en servir comme d'une simple étape au sein d'un autre processus mental. La lucidité qui accompagne cette compression est l'une des vraies joies des mathématiques. »

William Thurston, lauréat de la médaille Fields (l'une des plus prestigieuses récompenses en mathématiques).

Le problème de la répétition et de la pratique – qui sont à l'origine de la création de chunks solides par l'esprit – est que ces activités s'avèrent parfois ennuyeuses. Pire, entre les mains d'un enseignant médiocre, comme mon vieux prof de maths, M. Grincheux, la pratique peut devenir un véritable instrument de torture. Néanmoins, malgré son mauvais usage occasionnel, elle est essentielle. Tout le monde sait que l'on ne peut pas apprendre efficacement les schémas transformés en chunks du jeu d'échecs, d'une langue étrangère, de la musique, de la danse, et d'à peu près tout ce qui en vaut la peine, sans recourir à la répétition. Les bons enseignants savent expliquer pourquoi la pratique et la répétition en valent la peine.

En fin de compte, les approches qui reposent sur le chunking de bas en haut et sur la vue d'ensemble de haut en bas sont essentielles si vous voulez parfaitement maîtriser votre sujet. Nous adorons la créativité et l'idée d'être capable d'apprendre rien qu'en percevant la vue d'ensemble. Mais vous ne pouvez pas apprendre les mathématiques ou les sciences sans ajouter également une bonne dose de pratique et de répétition, qui vous aideront à former les chunks étayant votre savoir dans ce domaine.

Une étude publiée dans le magazine *Science* apporte des preuves solides qui vont dans ce sens. Des étudiants ont examiné un texte scientifique, puis ils se sont exercés à se souvenir d'autant d'informations qu'ils le pouvaient.

Ensuite, ils ont de nouveau étudié le texte, et ont eu recours une fois de plus au rappel (c'est-à-dire qu'ils ont essayé de se souvenir des idées essentielles).

Les résultats ?

Dans le même laps de temps, en faisant simplement appel à la pratique et au rappel du texte, les étudiants en apprenaient bien plus, et bien plus profondément, qu'en utilisant n'importe quelle autre méthode, y compris celle qui consiste simplement à relire le texte plusieurs fois, ou à tracer des cartes conceptuelles censées enrichir les liens au sein du sujet étudié. Cette amélioration de l'apprentissage se manifeste toujours, que les étudiants passent un examen officiel ou qu'ils s'autoévaluent de façon informelle.

Cela renforce une idée que nous avons déjà évoquée. Quand nous récupérons des connaissances, nous ne nous comportons pas en robots stupides : le processus de récupération lui-même favorise l'apprentissage en profondeur et nous aide à former des chunks.

Les chercheurs ont été encore plus surpris de constater que, selon les étudiants, se contenter de lire et de se souvenir des informations ne constituait pas la meilleure façon d'apprendre. Ils croyaient que tracer des cartes conceptuelles (dessiner des diagrammes montrant les rapports entre concepts) était la meilleure méthode. Mais si vous essayez d'établir des connexions entre les chunks *avant que les chunks de base soient implantés dans votre cerveau*, cela ne marche pas aussi bien. C'est comme essayer d'apprendre des stratégies sophistiquées aux échecs avant même de connaître les principes de base régissant le déplacement des pièces.

S'exercer avec des problèmes et des concepts en maths et en sciences dans toutes sortes de situations vous aide à former des chunks, de solides schémas neuronaux avec un très riche contexte. Le fait est que pour apprendre n'importe quelle technique ou discipline nouvelle, vous avez besoin d'une pratique abondante et variée, dans des contextes différents. Cela contribue à la formation des schémas neuronaux dont vous avez besoin pour faire de ces nouvelles connaissances des éléments fonctionnels de votre façon de penser.

AYEZ TOUJOURS VOS CONNAISSANCES À DISPOSITION

« Par hasard, j'ai utilisé bon nombre des techniques d'apprentissage décrites dans ce livre. Quand j'étais étudiant en première année de fac, je me suis inscrit en chimie physique, et j'ai été fasciné par les dérivations. J'ai pris l'habitude de faire tous les exercices possibles. De ce fait, j'ai câblé mon cerveau pour qu'il résolve des problèmes. À la fin du semestre, j'étais capable de regarder un problème et de savoir presque immédiatement comment le résoudre. Je suggère cette stratégie à mes étudiants, en sciences en particulier, mais aussi aux élèves non scientifiques. Je leur parle également de la nécessité d'étudier chaque jour, pas forcément pendant longtemps, mais suffisamment pour avoir en tête ce qu'on est en train d'étudier. J'utilise l'exemple de mon bilinguisme. Quand je vais travailler en France, je dois attendre quelques jours avant que mon français « redémarre », mais ensuite ça va. Et quand je rentre aux États-Unis et qu'un étudiant, ou un collègue, me pose une question au cours des deux premiers jours qui suivent mon retour, je cherche mes mots en anglais ! Quand vous vous exercez tous les jours, l'information est à portée de la main, vous n'avez pas à la chercher. »

Robert R. Gamache, vice-président associé, services académiques,
services étudiants, et relations internationales, université du
Massachusetts, Lowell.

Remémorez-vous des informations ailleurs que sur votre lieu d'études habituel : l'importance de la marche

S'adonner à une activité physique est particulièrement utile quand vous avez du mal à saisir une idée fondamentale. Comme nous l'avons déjà dit, de nombreuses histoires racontent que des avancées scientifiques novatrices ont vu le jour alors que leur auteur faisait de la marche en plein air.

En outre, vous remémorer un sujet quand vous êtes loin du lieu où vous étudiez habituellement vous aidera à renforcer votre compréhension, en envisageant ce sujet sous un angle différent. Certaines personnes perdent parfois des repères inconscients quand elles passent un examen dans une salle différente de l'endroit où elles étudient d'ordinaire.

En réfléchissant à votre sujet alors que vous vous trouvez dans des environnements physiques divers, vous vous affranchirez des repères provenant

d'un lieu particulier, et vous éviterez ainsi le problème de la salle d'examen différente de l'endroit où vous avez étudié le sujet à l'origine.

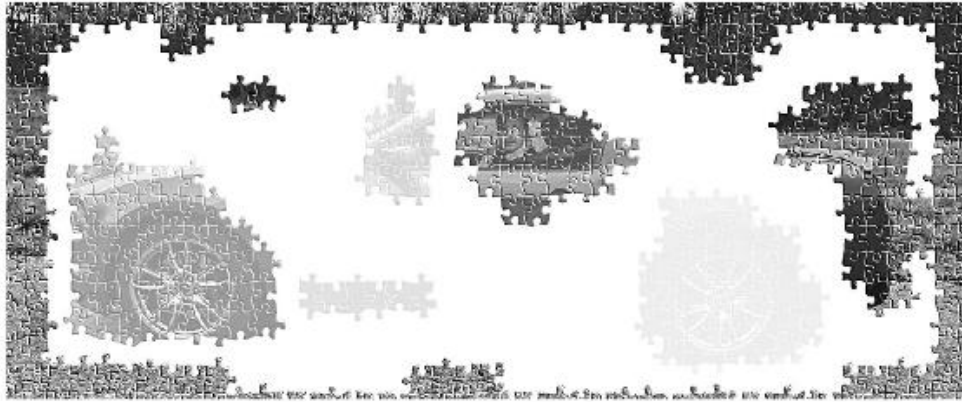
Il est plus facile d'assimiler des concepts en maths et en sciences que de mémoriser une liste de mots chinois ou d'accords de guitare. Après tout, le problème est là pour vous guider, et vous indiquer ce que vous devez faire ensuite. En ce sens, la résolution de problèmes en maths et en sciences ressemble à la danse. En danse, vous pouvez sentir votre corps vous indiquer le mouvement suivant.

Différents types de problèmes doivent être revus à différents intervalles, selon votre vitesse et votre style d'apprentissage. Et bien entendu, vous avez d'autres obligations dans la vie qu'apprendre tel ou tel sujet en particulier. Vous devez gérer vos priorités et déterminer quelle quantité de travail vous pouvez fournir, sans oublier qu'il faut aussi absolument programmer un temps de repos pour laisser votre mode diffus jouer son rôle. Quelle quantité peut-on assimiler en une seule séance ? Cela dépend, tout le monde est différent. Mais ce qui est formidable dans les résolutions de problèmes en maths et en sciences, c'est que plus vous en faites, plus cela devient facile, et plus c'est utile.

ORGANISEZ, FORMEZ DES CHUNKS, ET RÉUSSISSEZ !

« La première chose que je fais toujours avec les étudiants en difficulté, c'est de leur demander comment ils organisent leurs notes de cours et de lecture. Je consacre souvent la majeure partie de notre première rencontre aux façons dont ils peuvent organiser les informations, ou former des chunks avec ces informations, plutôt que de leur expliquer des concepts. Je leur demande de revenir la semaine suivante avec leurs données déjà organisées, et ils sont stupéfaits de constater qu'ils retiennent beaucoup plus de choses. »

Docteur Jason Dechant, directeur de stage,
promotion et développement de la santé, école de sciences infirmières,
université de Pittsburgh.



Si vous ne vous exercez pas avec vos chunks émergents, il est plus difficile de comprendre la vue d'ensemble, car les pièces du puzzle ne sont tout bonnement pas assez nettes.

Crochet neuronal, image © 2014 Kevin Mendez

L'entrelacement – la résolution de problèmes divers – par opposition au sur-apprentissage

Un dernier conseil important pour « chuchoter à l'oreille des équations » concerne l'entrelacement. Pratiquer l'entrelacement, c'est s'exercer en mélangeant différentes sortes de problèmes, qui nécessitent des stratégies diverses.

Quand on apprend une nouvelle façon de résoudre un problème, que ce soit avec un enseignant ou un manuel scolaire, on a tendance à absorber cette technique, puis à la mettre en pratique inlassablement au cours d'une même séance d'étude. Le *sur-apprentissage*, c'est continuer à étudier, ou à s'exercer, *après* que la technique a été comprise. Le sur-apprentissage peut être utile : il est à l'origine d'automatismes, qui sont importants par exemple quand on fait un service au tennis ou que l'on doit jouer un concerto au piano. Mais méfiez-vous du sur-apprentissage répétitif, au cours d'une séance unique, dans le domaine des maths et des sciences : des recherches montrent que vous risquez de gaspiller votre précieux temps d'apprentissage (par contre, revoir une méthode mêlée à d'autres, au cours d'une séance d'étude ultérieure, est tout à fait valable).

En résumé, donc, une fois que vous avez maîtrisé une idée de base lors d'une séance, revenir sans cesse dessus ne renforce pas nécessairement les sortes de connexions que vous voulez consolider dans la mémoire à long terme.

Pire encore, se focaliser sur une seule technique, c'est un peu comme apprendre la menuiserie avec un marteau uniquement : vous finissez par croire que vous pouvez réparer n'importe quoi en tapant dessus !

En réalité, maîtriser un nouveau sujet revient à sélectionner et utiliser la technique adaptée au problème. Et la seule façon d'apprendre à le faire, c'est de s'entraîner avec des problèmes qui nécessitent des techniques différentes. Quand vous avez compris le principe de base d'une technique, lors de votre séance d'étude (comme si vous appreniez à faire du vélo avec des roulettes stabilisatrices), commencez à entrelacer des problèmes de différentes sortes.

C'est parfois assez difficile : ainsi, le chapitre donné d'un livre est souvent consacré à une technique spécifique, de sorte que lorsque vous ouvrez ce chapitre, vous savez déjà laquelle vous allez employer. Néanmoins, faites votre possible pour que votre apprentissage soit hétérogène. Il peut être utile d'examiner les séries de problèmes variés que l'on trouve parfois à la fin des chapitres. Ou bien, de temps à autre, vous pouvez vous forcer à identifier pourquoi certains problèmes nécessitent une technique plutôt qu'une autre. Votre cerveau doit s'habituer à l'idée que savoir *comment* utiliser une technique particulière de résolution de problème ne suffit pas, il doit également savoir *quand* utiliser cette technique.

Pensez à rédiger des fiches, avec le problème d'un côté, et le problème et sa solution de l'autre. Ainsi, vous pourrez facilement mélanger vos fiches, et vous confronter de façon aléatoire à toutes sortes de techniques, dont vous devrez ensuite vous souvenir. Quand vous passez en revue vos fiches pour la première fois, vous pouvez vous asseoir à un bureau, ou devant une table, puis vérifiez dans quelle mesure vous êtes capable de noter une solution sur une feuille vierge, sans regarder au verso de la fiche. Par la suite, quand vous maîtriserez mieux le sujet, vous pourrez revoir vos fiches n'importe où, même pendant une promenade. Utilisez la question de départ comme un repère, pour vous souvenir des étapes de la réponse, et retournez la fiche si nécessaire pour vérifier que vous avez bien toutes les phases de la procédure en tête. Fondamentalement, vous renforcez un nouveau chunk. Une autre possibilité

consiste à ouvrir votre manuel au hasard, et à travailler sur un problème, en ne laissant visible que ce problème.

INSISTEZ SUR L'ENTRELACEMENT PLUTÔT QUE LE SUR-APPRENTISSAGE

Doug Rohrer, un psychologue de l'université de Floride du Sud, a fait des recherches considérables sur le sur-apprentissage et l'entrelacement dans le domaine des maths et des sciences. Il fait remarquer ceci :

« Beaucoup de gens croient que sur-apprendre signifie étudier ou s'exercer jusqu'à ce que l'on maîtrise complètement un sujet. Cependant, aux yeux de la recherche, le sur-apprentissage fait référence à une stratégie d'apprentissage selon laquelle un étudiant continue d'étudier ou de s'entraîner immédiatement après avoir atteint un certain objectif. À titre d'exemple, il peut s'agir de résoudre un type de problème de maths, puis de travailler immédiatement sur plusieurs autres problèmes du même type. Même si faire davantage de problèmes du même type (plutôt que moins) améliore souvent les notes lors d'un examen ultérieur, faire trop de problèmes du même type d'affilée entraîne une baisse des résultats.

Dans une salle de cours, comme ailleurs, les étudiants devraient optimiser le volume de connaissances apprises par unité de temps passée à étudier ou à s'exercer : c'est-à-dire qu'ils doivent en avoir pour leur argent. Comment les étudiants peuvent-ils y parvenir ? La littérature scientifique apporte une réponse nette à cette question : au lieu de consacrer une longue séance à l'étude ou à la pratique de la même compétence ou du même concept pour parvenir à un sur-apprentissage, les étudiants devraient répartir leurs efforts lors de plusieurs séances plus courtes. Cela ne signifie pas que les longues séances d'étude sont forcément une mauvaise chose. Les séances longues conviennent tant que les étudiants ne consacrent pas trop de temps à une compétence ou un concept uniques. Une fois qu'ils ont compris X, ils doivent passer à autre chose, et revenir à X plus tard. »

L'idéal est d'écrire à la main la solution, le schéma, ou le concept de départ. Il a été démontré qu'écrire à la main permettait de graver des idées dans son esprit plus facilement qu'en tapant la réponse sur un clavier.

En outre, il est souvent plus facile d'écrire des symboles tels que Σ ou Ω à la main qu'avec un clavier (sauf si vous utilisez suffisamment ces symboles pour mémoriser les combinaisons de touches nécessaires pour les obtenir). Et si vous voulez ensuite photographier ou scanner la question et votre solution écrites à

la main, pour les charger dans un logiciel de cartes mémoires, sur votre téléphone ou votre ordinateur portable, ça ira très bien.

Attention, il vous arrivera fréquemment d'avoir l'illusion d'être compétent si vous continuez à pratiquer une technique que vous connaissez déjà, simplement parce que c'est facile et satisfaisant de trouver la solution des problèmes. Recourir à l'entrelacement quand vous étudiez – en mettant un point d'honneur à réviser avant un examen, par exemple, en sautant d'un problème à un autre dans les divers chapitres d'un manuel – semblera parfois rendre votre apprentissage plus difficile, mais en réalité, cela vous aidera à apprendre plus en profondeur.

N'IMITEZ PAS LES SOLUTIONS, ENTRAÎNEZ-VOUS PLUTÔT À CHANGER DE VITESSE MENTALEMENT

« Quand des étudiants font leurs devoirs à la maison, ils ont souvent dix problèmes identiques à résoudre d'affilée. Après le deuxième ou troisième problème, ils ne réfléchissent plus, ils imitent ce qu'ils ont fait dans le précédent. Je leur dis que lorsqu'ils attaquent les devoirs correspondant au chapitre 9.4, ils doivent faire quelques problèmes, puis retourner en arrière et faire un problème du chapitre 9.3. Ensuite, ils doivent refaire un ou deux problèmes du chapitre 9.4, puis en faire un du chapitre 9.1. Ainsi, ils s'entraînent à changer de vitesse mentalement, de la même façon qu'ils devront le faire lors d'un examen. Je pense aussi que de trop nombreux étudiants font leurs devoirs juste pour s'en débarrasser. Ils finissent un problème, vérifient leur réponse, sourient, et passent au problème suivant. Je leur suggère d'ajouter une étape entre le sourire et le passage au problème suivant, en se posant à eux-mêmes cette question : comment saurais-je résoudre ce problème de cette façon si je le voyais dans un examen, mélangé à d'autres problèmes, et si je ne savais pas qu'il correspond à tel chapitre ? Les étudiants doivent considérer tous les problèmes qu'on leur donne à faire chez eux comme une préparation aux tests et examens, et non comme une tâche qu'ils essaient de terminer. »

Mike Rosenthal, chargé de cours en mathématiques, université internationale de Floride.

EN RÉSUMÉ

- La pratique aide à constituer des schémas neuronaux solides, c'est-à-dire des chunks conceptuels de compréhension.
- La pratique vous donne la fluidité et l'agilité mentale nécessaires pour passer tests et examens.
- Il vaut mieux former des chunks grâce à :
 - l'attention concentrée ;
 - la compréhension d'un principe de base ;
 - la pratique, qui vous aide à saisir le contexte d'ensemble.
- Le rappel simple, c'est-à-dire essayer de se souvenir des points essentiels sans regarder le texte, est l'une des meilleures façons de faciliter le processus du chunking.



Dans un certain sens, le rappel contribue à créer des « crochets neuronaux », auxquels vous pouvez suspendre votre réflexion.
Paul Kruchko et sa famille, avec l'aimable autorisation de Paul Kruchko

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Comment un chunk est-il lié à une trace mnésique ?
2. Pensez à un sujet qui vous passionne. Décrivez un chunk faisant appel à ce sujet que vous avez eu du mal à saisir au départ, mais qui vous semble facile aujourd'hui.
3. Quelle est la différence entre l'apprentissage de haut en bas et celui de bas en haut ? L'une des deux approches est-elle préférable à l'autre ?
4. La compréhension suffit-elle à créer un chunk ? Expliquez votre réponse.
5. En matière d'apprentissage, quand avez-vous le plus souvent l'illusion d'être compétent ? Quelle stratégie pouvez-vous employer pour éviter d'être victime de cette illusion à l'avenir ?

ON RÉCAPITULE !

La prochaine fois que vous voyez un parent, un ami, ou un camarade de classe, décrivez en substance ce que vous apprenez (dans ce livre ou dans un cours que vous suivez). Le fait de relater ce que vous apprenez contribuera à nourrir et à communiquer votre enthousiasme, mais cela clarifiera et consolidera également les idées dans votre esprit. Ainsi, vous vous en souviendrez mieux dans les semaines et mois qui suivront. Même si ce que vous étudiez est très complexe, simplifier le sujet de façon à pouvoir l'expliquer à quelqu'un qui n'a pas la même formation que vous s'avère étonnamment efficace pour une meilleure compréhension.

SURMONTER DES LÉSIONS CÉRÉBRALES, ET APPRENDRE À APPRENDRE DANS UN TEMPS LIMITÉ : L'HISTOIRE DE PAUL KRUCHKO



Paul Kruchko, avec sa femme et sa fille, qui l'ont aidé à trouver la motivation pour réorganiser sa vie.

Canaliser la procrastination, image © 2014 Kevin Mendez

« J'ai grandi au sein d'une famille pauvre et instable. J'ai eu du mal à terminer mes études secondaires. Ensuite, je me suis enrôlé dans l'armée, et j'ai été envoyé en Irak, en tant que fantassin. Mon véhicule a été touché huit fois, sur les douze fois où notre peloton a été la cible de bombes en bordure de route.

Au cours de ma période de service, par un pur hasard, j'ai rencontré ma formidable épouse. C'est ce qui m'a convaincu de quitter l'armée pour fonder une famille. Le problème, c'est que je ne savais pas quoi faire. Pire encore, après être rentré chez moi, j'ai commencé à avoir du mal à me concentrer, et à souffrir d'un déficit cognitif et d'irritabilité, ce qui ne m'était jamais arrivé auparavant. J'avais parfois du mal à terminer mes phrases. J'ai appris plus tard que certains soldats américains rentrés d'Irak et d'Afghanistan souffraient de lésions cérébrales non diagnostiquées.

Je me suis inscrit dans un programme de technologie en génie électronique et informatique. Mes lésions cérébrales étaient si graves qu'au début j'ai même eu du mal à comprendre les fractions.

Mais c'était en réalité un mal pour un bien : apprendre avait un effet positif sur mon cerveau. C'était comme si me concentrer (ce qui restait difficile pour moi) réorganisait mon esprit et aidait mon cerveau à guérir. À mes yeux, ce processus était comparable aux efforts physiques que je fournissais à la salle de sport et qui augmentaient ma force en faisant affluer le sang dans mes muscles. Avec le temps,

mon esprit a guéri. J'ai passé mon diplôme avec mention très bien, et j'ai trouvé du travail comme technicien en électronique dans le civil.

J'ai décidé de retourner à l'école pour passer un diplôme d'ingénieur. Les mathématiques, en particulier le calcul, sont bien plus importantes dans des études en génie que dans une formation de technicien de terrain. À ce stade, mes lacunes en mathématiques, qui remontaient à mes années d'école primaire, ont commencé à me rattraper.

À cette époque, j'étais marié, je venais d'être père, et je travaillais à plein temps. Le défi auquel j'étais confronté ne concernait plus la cognition de base, mais la gestion du temps. Je ne disposais que de quelques heures par jour pour apprendre des concepts complexes, de façon bien plus approfondie que je ne l'avais jamais fait. Ce n'est qu'après quelques rappels à l'ordre (j'ai récolté une très mauvaise note en cours d'équations différentielles, par exemple) que j'ai commencé à développer une stratégie pour apprendre.

Chaque semestre, je demande à mes professeurs une copie des programmes, et je commence à lire les manuels au moins deux à trois semaines avant le début des cours. J'essaie d'avoir au minimum un chapitre d'avance sur le cours, même si cela devient souvent impossible dès le milieu du semestre. S'exercer à la résolution de problèmes, former des chunks, est essentiel. Au cours de mes études, j'ai progressivement élaboré les règles suivantes, qui m'ont permis de passer mes examens de façon satisfaisante. Mon objectif est de faire une bonne carrière, qui me permette de m'occuper de ma famille. Ces techniques m'aident à y parvenir. »

Les techniques de Paul quand on a peu de temps pour étudier :

1. Lisez vos devoirs à faire à la maison, et les examens et tests blancs (sans essayer de résoudre les problèmes, dans un premier temps). Grâce à cette première étape, j'amorce ma pompe mentale, en vue d'apprendre des nouveaux concepts, des nouveaux chunks.
2. Révisez vos notes de cours (assistez à chaque cours dans la mesure du possible). Une heure de cours équivaut à deux heures de lecture du manuel. J'apprends bien plus efficacement quand j'assiste fidèlement aux cours, et que je prends des notes détaillées, au lieu de fixer ma montre et d'attendre que le cours soit terminé. Je relis mes notes le lendemain, pendant que j'ai encore en tête le contenu des cours. Je trouve aussi que passer trente minutes avec un enseignant, en lui posant des questions, équivaut facilement à trois heures de lecture du manuel.
3. Refaites les problèmes donnés en exemples dans vos notes de cours. Faire des problèmes donnés par un enseignant, ou tirés d'un manuel, quand ils ne sont pas accompagnés d'un corrigé, qui permet de savoir où l'on en est, ne m'a jamais aidé. Avec les problèmes donnés en exemples pendant les cours, je disposais d'un corrigé point par point, si j'en avais besoin. Refaire des problèmes aide à consolider les chunks. J'utilise des stylos de couleurs différentes quand j'étudie : bleu, vert, rouge, pas seulement un stylo noir. Je trouve que cela m'aide à me concentrer et à mieux relire mes notes. Les éléments se détachent davantage, au lieu de se mélanger sur la page pour former un assemblage confus, une sorte de chaos mathématique indescriptible.

4. Faites vos devoirs à la maison et travaillez sur les questions des examens et tests blancs. Cela permet de développer des chunks de « mémoire musculaire » dans le cerveau en résolvant certains types de problèmes.
-

Évitez la procrastination

Faites appel à vos habitudes (vos « zombies »)

Pendant des siècles, l'arsenic a été l'arme de choix des assassins. Une pincée de ce poison sur une tartine provoquait une mort douloureuse en une journée.

Vous pouvez donc imaginer la stupéfaction du public, lors de la 48^e réunion de l'Association allemande des arts et sciences, en 1875, quand deux hommes se présentèrent et avalèrent allègrement plus d'une double dose mortelle d'arsenic. Le lendemain, les deux hommes étaient de retour devant l'assemblée, souriants et en bonne santé. L'analyse de leur urine montra qu'il ne s'agissait pas d'un trucage. Les deux hommes avaient bel et bien ingéré le poison.

Comment est-il possible d'absorber une substance aussi nocive pour le corps, de rester en vie, et même d'avoir l'air en pleine forme ?

Curieusement, la réponse à cette question est liée à la procrastination. Comprendre la psychologie cognitive de la procrastination, tout comme comprendre la chimie des poisons, peut nous aider à élaborer des traitements préventifs.

Dans ce chapitre et le suivant, je vais vous enseigner une méthode, destinée aux paresseux, pour vous attaquer à la procrastination.

Cela signifie que vous allez découvrir vos zombies intérieurs : les réactions habituelles, routinières, auxquelles votre cerveau s'abandonne à la suite de signaux spécifiques. Ces réactions de zombies se focalisent souvent sur l'idée

d'améliorer « l'ici et le maintenant ». Comme vous allez le voir, vous pouvez amener, par la ruse, certains de ces zombies à vous aider à lutter contre la procrastination, quand vous en avez besoin (toutes les formes de procrastination ne sont pas mauvaises). Par la suite, nous vous inviterons à approfondir vos compétences en matière de chunking, avant de revenir à un dernier chapitre sur le sujet de la procrastination, en vous proposant des conseils, des astuces, et des outils technologiques très utiles.

Mais commençons par le commencement. Contrairement à la procrastination, qui est courante, la volonté est rare, car elle fait appel à beaucoup de ressources neuronales. Ce qui signifie que la dernière des choses à faire pour s'attaquer à la procrastination, c'est de l'arroser avec de la volonté, comme s'il s'agissait d'un déodorisant bon marché ! Ne gaspillez pas votre volonté, face à la procrastination, sauf quand vous y êtes absolument obligé ! Mieux encore, comme vous allez le voir, ce n'est pas nécessaire.

Du poison, des zombies... Quoi de plus réjouissant ?

Ah oui, il y a aussi l'expérimentation ! De la franche rigolade en perspective !

DISTRACTION ET PROCRASTINATION

« La procrastination est l'un des pires problèmes de notre génération. Nous avons accès à tant de distractions. Je me dis sans cesse : "Avant d'attaquer mes devoirs, je vais juste consulter ma page Facebook, Twitter, Tumblr, et relever mes courriels." Sans m'en rendre compte, j'ai déjà perdu au moins une heure. Même quand j'ai finalement attaqué mes devoirs, j'ai à l'arrière-plan, sur mon ordinateur, des pages web ouvertes qui me distraient.

Il faut que je trouve le moyen de me concentrer uniquement sur mes études et mes devoirs. Je crois que tout dépend de mon environnement et du moment. Je ne devrais pas attendre la dernière minute pour faire tout ce que j'ai à faire. »

Un étudiant en calcul.

Procrastination et malaise

Imaginez comment réagiraient les muscles de vos mollets si vous vous prépariez à un marathon en attendant jusqu'à minuit la veille de la course pour faire votre premier entraînement. De la même façon, vous ne pouvez pas être compétitif en maths et en sciences si vous vous contentez de bachoter au dernier moment.

En général, pour apprendre les maths et les sciences, il suffit de deux choses : des séances d'étude brèves, pendant lesquelles les « briques » neuronales sont posées ; et du temps entre les séances, pour que le mortier mental puisse sécher. Cela signifie qu'il est particulièrement important pour les étudiants en maths et en sciences de maîtriser la procrastination, un problème terriblement courant chez *beaucoup* d'étudiants.

Nous procrastinons face à des tâches qui nous mettent mal à l'aise. Des recherches dans le domaine de l'imagerie médicale ont montré que les mathophobes, par exemple, semblaient éviter les maths parce qu'il leur suffisait apparemment de penser aux maths pour souffrir. Les centres de la douleur de leur cerveau s'illuminent quand ils envisagent de faire des maths !

Mais il faut noter un élément important : c'est *l'anticipation* qui leur est douloureuse. Quand ces mathophobes font *effectivement* des maths, la douleur disparaît. L'experte en procrastination Rita Emmett explique : « La crainte d'accomplir une tâche demande plus de temps et d'énergie qu'accomplir la tâche elle-même. »

Il semble logique d'éviter de faire quelque chose qui vous fait souffrir. Mais malheureusement, les effets à long terme de l'évitement compulsif peuvent être graves. Vous remettez à plus tard l'étude des maths, et il devient *encore plus* douloureux de penser à faire des maths. Vous retardez le moment où vous aurez à réviser avant le bac, et le jour critique de l'examen, vous craquez, parce que vous n'avez pas posé les solides fondations neuronales dont vous avez besoin pour vous sentir à l'aise face à ce sujet. Et vos chances d'obtenir une bourse d'études s'évanouissent.

Peut-être auriez-vous adoré faire carrière dans le domaine des maths et des sciences, mais vous abandonnez, et vous choisissez une voie différente. Vous racontez à vos amis que vous n'avez pas réussi l'épreuve de maths, mais en réalité, vous avez simplement laissé la procrastination prendre le dessus.

La procrastination est la clef de voûte des mauvaises habitudes, son importance étant prodigieuse ! En d'autres termes, c'est une habitude qui influe sur de nombreux aspects essentiels de votre vie. Modifiez cette habitude, et une multitude de changements positifs surviendront progressivement dans votre vie.

Un autre élément a une importance cruciale : il est facile de ne pas aimer un domaine dans lequel on ne brille pas, mais plus on devient bon dans un domaine, plus on réalise qu'on y prend du plaisir.

Comment le cerveau procrastine

Bip, bip, bip... Il est 10 heures, ce samedi matin, et votre réveil vous tire d'un voluptueux sommeil. Une heure plus tard, vous vous levez enfin, et, tasse de café à la main, vous vous penchez sur vos livres et votre ordinateur portable. Vous avez l'intention de travailler toute la journée, pour finir le devoir de maths que vous devez rendre le lundi suivant. Vous voulez également attaquer votre devoir d'histoire, et examiner ce chapitre de chimie que vous n'avez pas compris.

Vous contemplez alors votre manuel de maths. Quelque part dans votre cerveau, se déclenche un « Aïe ! » subtil, à peine perceptible. Les centres de la douleur de votre cerveau s'illuminent, tandis que vous vous attendez à voir des graphiques déroutants et un ramassis de charabia étrange. Vous n'avez vraiment pas envie de faire votre devoir. Et la perspective de passer les heures suivantes à faire des maths, comme vous l'aviez prévu, rend l'idée d'ouvrir votre manuel encore moins agréable.

Votre attention passe alors du livre à votre ordinateur. Mmmm, oui, c'est mieux. Pas de sentiments pénibles, juste une petite dose de plaisir quand vous ouvrez l'écran et que vous relevez vos messages. Regardez cette photo amusante que Jesse vous a envoyée... !

Deux heures plus tard, vous n'avez même pas commencé votre devoir de maths !

Voici le scénario-type de la procrastination. Vous pensez à quelque chose que vous n'aimez pas particulièrement, et les centres de la douleur de votre

cerveau s'activent. Donc vous réduisez votre attention, et vous la reportez sur un sujet plus agréable. Ainsi, vous vous sentez mieux, au moins de façon temporaire.



Norman Fortenberry, image © 2011, American Society for Engineering Education ; photo de Lung-I Lo

La procrastination est semblable à l'addiction. Elle procure provisoirement une excitation et un soulagement, qui permettent d'échapper à une réalité ennuyeuse. Il est aisé de se faire croire que le meilleur usage d'un instant donné consiste à surfer sur le web à la recherche d'informations, plutôt que de lire un manuel ou de résoudre les problèmes que l'on vous a donné à faire. Vous commencez donc par vous raconter des histoires. Vous vous dites, par exemple, que la chimie organique nécessite un raisonnement spatial, votre point faible, et qu'il est donc *normal* que vous obteniez de mauvaises notes. Vous échafaudez des excuses irrationnelles, qui semblent raisonnables en apparence : *Si je révise trop longtemps avant un examen, je vais oublier le contenu du cours* (et vous négligez évidemment les épreuves que vous aurez à passer dans d'autres matières en période d'examen, si bien qu'il vous sera impossible de tout apprendre en même temps). Et ce n'est qu'à la fin du semestre, quand vous commencez à bachoter désespérément, en vue de l'examen final, que vous réalisez que la véritable raison pour laquelle vous avez d'aussi mauvais résultats en chimie organique est que vous procrastinez continuellement.

Des chercheurs ont découvert que la procrastination pouvait même devenir une source de fierté, autant qu'une excuse expliquant de mauvais résultats :

« J'ai potassé mon test toute la nuit, après avoir terminé mon rapport de laboratoire, et mon entretien de marketing. Bien sûr, j'aurais pu avoir une meilleure note, mais avec autant de matières à réviser, ce n'est pas étonnant ! » Même les étudiants qui travaillent dur pendant leurs études aiment parfois prétendre qu'ils s'y sont mis au dernier moment, pour avoir l'air tranquilles et intelligents : « Je me suis finalement mis à bachoter mes partiels hier soir. »

Comme n'importe quelle habitude, la procrastination est un piège dans lequel on peut tomber. Vous percevez le signal qui déclenche en vous la procrastination et, sans y réfléchir, vous vous détendez, en réagissant d'une manière qui vous apporte du bien-être. Au fil du temps, vos réactions habituelles, dignes d'un zombie, pour obtenir ces doses de plaisir provisoire, peuvent peu à peu éroder votre assurance, et vous priver encore plus du désir d'apprendre à travailler efficacement. Les procrastinateurs font état de niveaux de stress plus élevés, d'une moins bonne santé, et de notes plus faibles. Avec le temps, cette habitude risque de s'enraciner. Ensuite, remédier à la situation peut sembler sans espoir.

IL EST POSSIBLE DE CHANGER

« Autrefois, je remettais tout au lendemain, mais j'ai changé. Au lycée, j'ai suivi un cours de préparation, qui m'a vraiment aidé à me prendre en main. Mon prof nous donnait des devoirs à faire qui nécessitaient entre quatre et six heures de travail en histoire américaine. J'ai appris à faire une chose à la fois. Et j'ai découvert que si j'avais le sentiment d'avoir accompli quelque chose, il devenait plus facile de continuer à avancer et de garder le cap. »

Paula Meerschaert, étudiante de première année d'université.

Parfois, au cours de vos études, vous passerez la nuit à réviser, et vous obtiendrez malgré tout une note correcte. Vous pourrez même ressentir une sorte d'ivresse, quand vous aurez terminé. Comme au jeu, cette petite victoire fera office de récompense, qui vous incitera à prendre des risques, et à procrastiner de nouveau. Vous commencerez peut-être même à vous dire que la procrastination est l'une de vos qualités innées, une caractéristique qui fait autant partie de vous que votre taille, ou la couleur de vos cheveux.

Après tout, s'il était facile de remédier à la procrastination, vous l'auriez déjà fait, non ?

Quoi qu'il en soit, plus vous progressez en maths et en sciences, plus il devient important de maîtriser ce problème. Les habitudes qui vous convenaient les années précédentes peuvent finir par se retourner contre vous, et vous nuire. Dans les prochains chapitres, je vais vous montrer comment vous pouvez maîtriser vos habitudes. C'est à *vous* de prendre vos décisions, et non à ces zombies pleins de bonnes intentions, mais irréfléchis, que sont vos habitudes. Comme vous le verrez, les stratégies pour faire face à la procrastination sont simples, mais elles ne sont pas spontanément évidentes.

Revenons à l'histoire qui ouvrait ce chapitre. Nos mangeurs d'arsenic avaient commencé par absorber de très faibles doses de poison. En petites quantités, l'arsenic ne semble pas nocif. À la longue, vous parvenez même à vous immuniser contre ses effets. Vous pouvez alors en prendre de fortes doses, et avoir l'air en bonne santé (même si le poison fait lentement augmenter les risques de cancers, et détruit peu à peu vos organes).

De la même manière, les procrastinateurs ne remettent à plus tard qu'une seule *petite* chose. Mais ils le font maintes et maintes fois, et s'y habituent progressivement. Ils peuvent même avoir l'air en forme, mais quels sont les effets à long terme ?

Pas très bons.

UN PEU SUFFIT

« Quand un étudiant se plaint parce qu'il a été recalé, et qu'il me dit qu'il a pourtant révisé pendant dix heures d'affilée avant l'examen, je lui réponds : "C'est pour ça que tu as échoué." Et quand cet étudiant me fixe avec incrédulité, j'ajoute : "Tu aurais mieux fait d'étudier un peu, mais depuis le début." »

Richard Nadel, chargé de cours en mathématiques, université internationale de Floride, Miami.

EN RÉSUMÉ

- Nous procrastinons face à des tâches qui nous mettent mal à l'aise. Mais ce qui nous apporte un bien-être temporaire n'est pas nécessairement bon pour nous à long terme.
- La procrastination est comparable à la prise de faibles doses de poison : elle ne semble peut-être pas nocive au début, mais ses effets à long terme peuvent se révéler dévastateurs.

ON RÉCAPITULE !

Dans le chapitre 4, nous avons vu qu'il était utile de « rappeler » des notions (se les remémorer), quand on se trouve physiquement dans un autre lieu que celui où on les a apprises initialement. Cette démarche aide à s'affranchir des signaux déclencheurs liés à l'emplacement. Plus tard, nous verrons que l'on peut penser facilement à ces notions n'importe où, ce qui est souvent important quand on passe des examens.

Testons ce principe tout de suite. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Vous pouvez les « rappeler » là où vous êtes assis à l'heure actuelle, mais ensuite, essayez de nouveau dans une autre pièce, ou mieux encore, dehors.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. La procrastination est-elle une habitude qui a eu un effet sur votre existence ? Si oui, de quelle façon ?
2. Quelles explications vos connaissances vous donnent-elles pour justifier leur tendance à la procrastination ? Voyez-vous des failles dans certaines de ces justifications ? Quelles sont les failles dans vos propres justifications concernant la procrastination ?
3. Dressez la liste des mesures spécifiques que vous pourriez prendre pour maîtriser votre tendance à la procrastination, sans compter exclusivement sur la volonté.

RECHERCHEZ ACTIVEMENT LES BONS CONSEILS ! LE POINT DE VUE DE NORMAN FORTENBERRY, GRANDE FIGURE DE L'ENSEIGNEMENT DU GÉNIE



De nombreuses petites
réalisations, avec
l'aimable autorisation
de l'auteur

« En première année d'université, je savais déjà que je voulais devenir ingénieur, donc je me suis inscrit en calcul appliqué, plutôt qu'à un cours de calcul classique, comme le faisaient la plupart de mes camarades de classe. C'était une erreur. Bon nombre d'étudiants dans mon cours avaient déjà fait du calcul dans le secondaire, et ils développaient leur base de connaissances. Donc j'étais désavantagé par rapport à eux.

Plus important, étant donné qu'il y avait beaucoup moins d'étudiants dans le cours de calcul que je suivais, j'avais peu de camarades avec qui travailler. Contrairement à ce qui se passe dans le secondaire, il n'y a pas d'avantage à travailler seul à l'université (il y a même des désavantages à le faire). Les professeurs dans le domaine du génie, où le travail d'équipe est une caractéristique professionnelle importante, supposent souvent que vous travaillez en groupe, et ils élaborent les devoirs qu'ils vous

donnent en conséquence. Je m'en suis tiré avec un B, mais j'ai toujours eu le sentiment que j'avais une compréhension conceptuelle et intuitive inadéquate des principes fondamentaux du calcul, et des cours ultérieurs qui en dépendaient. J'ai beaucoup étudié par moi-même, au coup par coup, pour la partie calcul des cours ultérieurs. Mais cela m'a pris beaucoup de temps, du temps que j'aurais pu consacrer à d'autres projets.

J'ai eu de la chance d'obtenir ma licence avec un bac en génie mécanique, et, grâce aux encouragements et au soutien de certains de mes camarades et du conseiller pédagogique, j'ai continué en troisième cycle, puis j'ai passé mon doctorat en génie mécanique. Mais ce qu'il faut retenir de toute cette histoire, c'est que vous devez demander conseil à vos camarades et à vos enseignants quand vous choisissez vos cours. Leur sagesse collective vous sera profitable. »

Des zombies partout

Mieux comprendre la procrastination

Dans son livre très instructif *The Power of Habit*, l'auteur Charles Duhigg décrit une âme en peine : Lisa Allen, femme d'âge mûr, qui lutte depuis toujours contre l'obésité, qui a commencé à boire et à fumer à l'âge de seize ans, et que son mari a quittée pour une autre femme. Lisa n'a jamais conservé un emploi plus d'un an, et est criblée de dettes.

Mais quatre ans plus tard, Lisa a totalement inversé le cours de sa vie. Elle a perdu 30 kilos, s'est mise à étudier pour passer une maîtrise, a cessé de boire et de fumer, et elle est en si bonne forme qu'elle peut courir un marathon.

Pour comprendre comment Lisa a opéré ces changements, il faut comprendre ce qu'est une *habitude*.

Il y a de bonnes et de mauvaises habitudes. Une habitude, en fin de compte, c'est simplement quand notre cerveau se met en mode « zombie » préprogrammé. Vous ne serez sans doute pas surpris d'apprendre que le chunking, ce schéma neuronal connecté automatiquement qui résulte d'une pratique fréquente, est étroitement lié à l'habitude. L'habitude est pour nous une façon d'économiser de l'énergie.

Elle nous permet de libérer notre esprit, pour le rendre disponible à d'autres activités. Prenons comme exemple le moment où vous faites marche arrière en voiture pour sortir de l'allée devant votre domicile. La première fois que vous l'avez fait, vous étiez en alerte maximum. Le déluge d'informations que vous

receviez alors semblait rendre la tâche presque impossible. Mais vous avez rapidement appris comment transformer ces informations en chunks, de sorte que maintenant, il vous suffit de penser « Allons-y ! », et vous faites votre marche arrière. Votre cerveau se met en mode zombie, mode dans lequel il n'est pas consciemment attentif à tout ce qu'il fait.

Vous passez dans ce mode zombie habituel bien plus souvent que vous ne le croyez. C'est toute la question de l'habitude : vous ne pensez pas de manière concentrée à ce que vous faites quand vous mettez en œuvre cette habitude. Elle vous fait économiser de l'énergie.

Ces actes habituels ont des durées variables. Ils peuvent être brefs : par exemple quelques secondes, quand vous souriez d'un air absent à un passant, ou que vous jetez un coup d'œil à vos ongles pour voir s'ils sont propres. Mais ces habitudes peuvent aussi prendre du temps : notamment quand vous faites votre jogging, ou que vous regardez la télévision pendant quelques heures, après être rentré du travail.

Les habitudes se divisent en quatre moments :

1. **Le signal** : c'est le déclic, qui vous fait passer en « mode zombie ». Ce signal peut être très simple, par exemple quand vous voyez la première ligne sur votre liste de choses à faire (il est temps de commencer à faire le devoir pour la semaine prochaine !), ou quand vous lisez le SMS envoyé par un ami (il est temps de traîner !). Un signal n'est ni utile ni néfaste en soi. C'est la routine – c'est-à-dire ce que nous faisons en réaction à ce signal – qui est importante.
2. **La routine** : c'est le mode zombie, la réaction routinière, habituelle, à laquelle votre cerveau se laisse aller, quand il reçoit le signal. Ces réactions en mode zombie peuvent être inoffensives, utiles, ou bien, dans le pire des cas, incroyablement destructrices.
3. **La récompense** : les habitudes s'acquièrent et perdurent parce qu'elles nous récompensent, en nous donnant des petites doses de plaisir. La procrastination est une habitude facile à prendre parce que la récompense – le déplacement de votre attention vers quelque chose de plus agréable – est très rapide. Mais les bonnes habitudes peuvent aussi avoir leurs

récompenses. Trouver des façons de récompenser les bonnes habitudes de travail en maths et en sciences est essentiel pour échapper à la procrastination.

4. La croyance : les habitudes ont un pouvoir sur vous parce que vous croyez en elles. Par exemple, vous croyez peut-être que vous ne parviendrez jamais à perdre l'habitude de faire vos devoirs au dernier moment. Pour perdre une habitude, il faut modifier la croyance qui la sous-tend.

« Quand je n'arrive pas à m'attaquer à une tâche, je constate souvent que si je vais d'abord faire un court jogging, ou pratiquer une autre activité physique, il devient bien plus facile de me lancer quand je réessaie. »

Katherine Folk, étudiante en première année d'université, génie industriel et des systèmes.

Faites-vous aider par vos habitudes (vos « zombies »)

Dans cette partie, nous allons examiner en détail comment mettre à contribution la force de l'habitude, que vous imposent vos zombies, pour éviter la procrastination, tout en *réduisant le plus possible* votre recours à la volonté. Le but n'est pas d'opérer un changement à grande échelle de vos vieilles habitudes. Vous voulez juste en réécrire certaines parties, et prendre quelques nouvelles habitudes. Le truc, pour réécrire une habitude, consiste à chercher son point sensible, c'est-à-dire votre réaction à un signal. C'est le *seul* moment où vous devrez employer la volonté : pour modifier votre réaction au signal.

Pour comprendre cela, il est utile de revenir aux quatre composantes de l'habitude, et de les analyser de nouveau, du point de vue de la procrastination.

1. Le signal : identifiez ce qui vous fait passer en mode zombie et procrastiner. Un signal appartient en général à l'une des catégories suivantes : lieu, moment, état d'esprit, réactions aux personnes ou aux

événements récents. Quand vous vérifiez quelque chose sur Internet, finissez-vous par surfer sur le web pendant des heures ? Un SMS suffit-il à perturber votre réflexion, et mettez-vous dix minutes à vous remettre dans le bain, même quand vous essayez de ne pas perdre de vue votre travail ?

Le problème de la procrastination, vu qu'il s'agit d'une habitude automatique, est que, souvent, on ne s'aperçoit pas que l'on a commencé à procrastiner.

Les étudiants constatent souvent que mettre en place de nouveaux signaux – par exemple en commençant leurs devoirs dès qu'ils rentrent de l'école, ou juste après un cours – leur est utile. Comme le fait remarquer Piers Steel, auteur de *The Procrastination Equation* et expert dans ce domaine : « Si vous protégez votre routine, à terme, celle-ci vous protégera. »

Vous pouvez éviter les signaux les plus néfastes en éteignant votre téléphone, ou en vous éloignant d'Internet pendant de brèves périodes, par exemple quand vous faites vos devoirs lors d'une séance d'étude de 25 minutes. Yusra Hasan, étudiante en première année de science actuarielle à l'université, remet son téléphone et son ordinateur portable à sa sœur pour que celle-ci les « surveille », ce qui est doublement intelligent, car, par l'acte même qui lui permet d'éliminer les tentations, elle s'engage publiquement à travailler.

2. La routine : supposons qu'au lieu d'étudier, vous reportez souvent votre attention sur quelque chose de moins pénible.

Votre cerveau veut automatiquement passer à cette activité routinière dès que vous avez reçu votre signal, et c'est donc sur ce point sensible que vous devez vous concentrer activement pour reprogrammer votre vieille habitude. La clé pour effectuer cette reprogrammation est d'avoir un plan. L'établissement d'un nouveau rituel peut être utile. Certains étudiants prennent l'habitude de laisser leur téléphone portable dans leur voiture quand ils vont en cours, pour éliminer cette distraction puissante.

Bon nombre d'étudiants découvrent l'intérêt qu'il y a à s'installer dans un coin tranquille de la bibliothèque de leur fac ; ou bien, chez eux, ils constatent les effets productifs dont ils bénéficient quand ils s'assoient

simplement dans leur fauteuil préféré, au bon moment, après avoir déconnecté leur accès à Internet. Votre plan ne marchera peut-être pas parfaitement au début, mais persévérez. Rectifiez-le si nécessaire, et savourez vos victoires quand il marche. N'essayez pas de tout changer d'un coup.

La technique Pomodoro, avec un minuteur réglé sur 25 minutes, peut être particulièrement efficace pour modifier votre réaction à un signal.

Par ailleurs, il vaut mieux avoir le ventre plein quand vous entamez une tâche particulièrement ardue. Ainsi, vous serez certain d'avoir assez d'énergie mentale pour mobiliser cette dose momentanée de volonté quand vous commencez. Vous éviterez également la distraction potentielle qui consiste à vous dire : « Je vais d'abord aller manger un morceau... »

3. La récompense : il faut parfois chercher pour la trouver. Pourquoi procrastinez-vous ? Pouvez-vous remplacer cette tendance par un gain affectif ? Par exemple, la fierté d'avoir accompli quelque chose, même s'il s'agissait d'une tâche mineure ? Un sentiment de satisfaction ? Pouvez-vous transformer la situation en jeu, et gagner un pari, ou un concours, face à vous-même ? Et ensuite vous offrir le plaisir de prendre un café, ou de parcourir votre site web préféré ? Vous accorder une soirée devant la télévision, ou sur Internet, sans culpabilité ? Et vous donnerez-vous une plus grosse récompense à vous-même en cas de plus grande réussite (une séance de cinéma, un joli pull, un achat purement frivole) ?

« Mon petit ami et moi, nous adorons le cinéma. Donc pour nous récompenser d'avoir terminé des tâches spécifiques, certains jours, il m'emmène au cinéma. Non seulement c'est une motivation pour étudier, ou faire ses devoirs, mais ça m'a aussi amenée à prendre de nouvelles habitudes de travail, en renforçant le système signal-routine-récompense. »

Charlene Brisson, étudiante en psychologie, formation diplômante
d'infirmière.

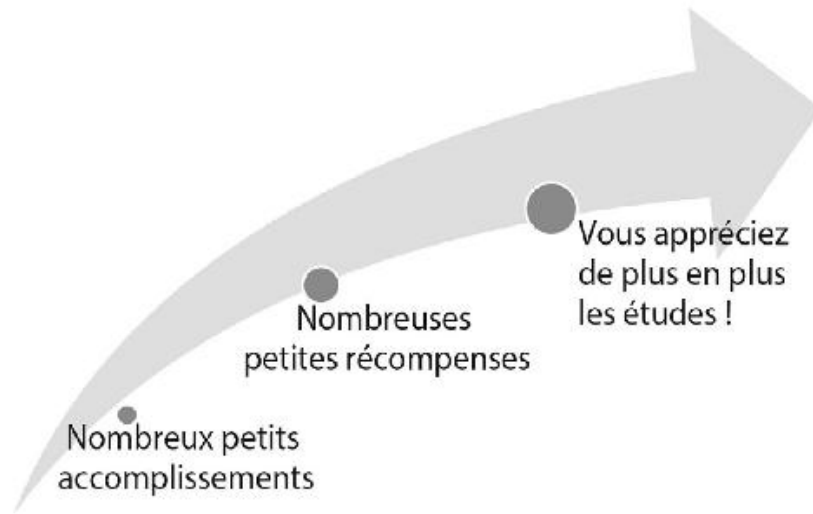
N'oubliez pas que les habitudes sont puissantes, parce qu'elles créent des besoins neurologiques. Il est utile de changer de récompense si vous voulez surmonter vos besoins précédents. Ce n'est que lorsque votre

cerveau commencera à *anticiper* la récompense que la reprogrammation cruciale aura lieu et qu'elle vous permettra de créer de nouvelles habitudes.

Il est particulièrement important de comprendre que le simple fait de vous lancer à vous-même un « Bravo ! » enclenche le processus de reprogrammation de votre cerveau.

Cette reprogrammation, parfois baptisée « zèle acquis », permet d'égayer des tâches que vous trouviez auparavant ennuyeuses et inintéressantes. Comme vous le constaterez, parvenir à vous plonger dans votre travail deviendra une récompense en soi, en vous donnant un sentiment de productivité que vous ne pensiez peut-être pas pouvoir ressentir quand vous avez commencé à étudier. Très souvent on s'aperçoit que si on fixe un moment précis pour s'accorder une récompense – par exemple en décidant de faire une pause à midi pour déjeuner avec un ami, ou en arrêtant d'étudier à 17 heures –, cela permet de poser une petite limite, qui incite à travailler.

Ne vous inquiétez pas si vous avez du mal à vous plonger dans votre travail au début. Je constate qu'il faut parfois plusieurs jours d'efforts, et quelques cycles de la technique Pomodoro, avant que le flux commence à circuler, et que je me mette à apprécier de travailler dans un domaine nouveau. En outre, n'oubliez pas que plus vous devenez compétent dans un domaine, plus celui-ci devient agréable.



Minuteur pour la technique Pomodoro, auteur : Francesco Cirillo rilasciata a Erato nelle sottostanti licenze seguirá OTRS, © Wikimedia commons

4. La croyance : pour perdre l'habitude de procrastiner, le plus important est de *croire* que l'on peut y parvenir. Vous découvrirez peut-être que lorsque vos efforts deviennent stressants, vous avez envie de reprendre vos vieilles habitudes, plus agréables. Croire que votre nouveau système fonctionne peut vous aider à traverser cette période difficile. Pour soutenir cette croyance, vous pouvez vous constituer une nouvelle communauté : fréquentez des camarades de classe qui ont déjà cet esprit volontariste que vous voulez acquérir. Le partage d'une culture commune, avec des amis qui pensent comme nous, peut nous aider à nous souvenir des valeurs que les moments de doute ont tendance à nous faire oublier.

Une méthode puissante est celle du « contraste mental ». Pour cette technique, vous pensez à votre situation actuelle, et vous la comparez avec ce que vous voulez accomplir.

Si vous voulez faire des études de médecine, par exemple, imaginez-vous dans la peau d'un médecin, qui aide ses patients, même quand il est sur le point de partir pour des vacances de luxe, qu'il a les moyens de s'offrir. Une fois que vous avez cette image positive à l'esprit, comparez-la avec des images de votre vie actuelle. Imaginez votre vieille voiture, vos dîners à base de pâtes au gruyère, et votre prêt étudiant à rembourser. Et pourtant, tous les espoirs vous sont permis !

Dans le contraste mental, ce qui compte, c'est la différence entre ce que vous voulez obtenir, et ce que vous avez (ou ce que vous *aviez*). Disposez, un peu partout dans votre espace de travail et dans votre espace de vie, des photos qui vous rappelleront ce que vous voulez accomplir. Elles vous aideront à amorcer votre pompe à mode diffus. N'oubliez pas de comparer ces belles images avec la vie réelle, plus banale, que vous menez actuellement (où que vous êtes sur le point de laisser derrière vous). Vous pouvez transformer votre réalité !

UNE MAUVAISE JOURNÉE PEUT EN ENTRAÎNER DE BIEN MEILLEURES...

« Le contraste mental, c'est formidable ! J'utilise cette technique depuis mon enfance. Les gens pourraient apprendre à l'appliquer dans toutes sortes de situations.

Autrefois, je me suis retrouvé coincé pendant des mois dans le Maryland, à travailler dans une usine de poulets, en plein été caniculaire. C'est là que j'ai décidé de reprendre des études, pour passer une licence. Je me sers de cette expérience comme point de repère pour pratiquer le contraste mental. Je crois que parfois, il suffit d'une sale journée pour provoquer une prise de conscience radicale. Ensuite, rester concentré pour trouver une façon de se sortir de sa situation est bien plus facile. »

Mike Orrell, étudiant en génie électrique.

À VOUS DE JOUER !

Entraînez-vous à lutter contre vos zombies

Aimez-vous relever vos courriels, ou aller sur votre page Facebook dès que vous vous réveillez ? Réglez plutôt un minuteur de façon à travailler pendant dix minutes en tout début de journée, *puis* accordez-vous un peu de temps sur Internet, comme récompense. Vous serez surpris de constater à quel point ce petit exercice de self-control peut vous aider à vous affranchir de vos zombies pendant toute la journée.

Attention : quand vous essayez cette méthode pour la première fois, vos zombies vont se mettre à hurler comme s'ils voulaient vous dévorer les méninges ! Ignorez-les ! L'un des principaux objectifs de cet exercice est d'apprendre à vous moquer des singeries de vos zombies, quand ils ne manquent pas de vous dire : « Juste pour cette fois, on peut aller sur Facebook tout de suite ! »

Entrez dans le flux en vous concentrant sur le *processus*, pas sur le *produit*

Si vous vous apercevez que vous évitez certaines tâches parce qu'elles vous mettent mal à l'aise, voici une façon formidable de recadrer le problème : apprenez à vous concentrer sur le *processus*, et non sur le *produit*.

Le *processus* renvoie au flux temporel, et aux habitudes et actions associées à cet écoulement du temps, comme lorsque vous vous dites : « Je vais passer 20 minutes à travailler. » Le *produit* est le résultat, par exemple un devoir à la maison que vous devez terminer.

Pour échapper à la procrastination, vous devez éviter de vous concentrer sur le *produit*. À la place, fixez votre attention sur l'élaboration des processus – des habitudes – qui, incidemment, vous permettent d'accomplir les tâches désagréables.

Disons, par exemple, que vous n'aimez pas faire vos devoirs de maths. Donc, vous remettez à plus tard le moment où vous devrez travailler. Vous vous dites : « Je n'ai que cinq problèmes à faire, ce n'est pas la mer à boire ! »

Au fond de vous, vous savez bien que résoudre cinq problèmes représente une tâche considérable. Mais il est plus facile de vivre dans un monde imaginaire, où les cinq problèmes d'un devoir (ou les 20 pages d'un rapport, etc.) peuvent être faits à la dernière minute.

Le défi que vous devez relever consiste à éviter de vous concentrer sur le *produit* (les problèmes résolus du devoir). *C'est le produit qui déclenche la douleur à l'origine de votre procrastination.* Vous devez plutôt vous concentrer sur le *processus*, les portions de temps dont vous avez besoin, au fil des jours ou des semaines, pour résoudre les problèmes de votre devoir, ou pour vous préparer à un examen. Tout le monde se moque de savoir si vous avez terminé vos devoirs, ou saisi des concepts clés, au cours d'une seule et même séance ! L'essentiel est en fait de donner calmement le meilleur de vous-même pendant une courte période (le *processus*).

L'idée fondamentale est que la partie zombie de votre cerveau, celle des habitudes, *aime* les processus, parce qu'elle peut suivre le mouvement sans

réfléchir. Et il est bien plus aisé de faire appel à une habitude zombie amicale pour que celle-ci facilite un *processus*, plutôt qu'un *produit*.

UNE CROIX INDIQUE L'EMPLACEMENT !

« Quand vous avez des lectures obligatoires, il est bon d'indiquer l'objectif de votre séance quotidienne avec un marque-page (ou un Post-it). Ainsi, vous pourrez constater immédiatement vos progrès, et vous serez davantage motivé si vous apercevez la ligne d'arrivée ! »

Forrest Newman, professeur d'astronomie et de physique, Sacramento City College.

Fractionnez votre travail, puis travaillez intensément, mais brièvement



Le physicien Antony Garrett Lisi faisant du surf, auteur Cjean42, © Wikimedia commons

La technique Pomodoro a été mise au point pour vous aider à focaliser votre attention pendant un court moment. En italien, *pomodoro* signifie « tomate » : en effet, Francesco Cirillo, qui a mis au point ce système de gestion du temps, dans les années 1980, utilisait un minuteur en forme de tomate.

Dans la technique Pomodoro, vous réglez un minuteur pour que celui-ci sonne au bout de 25 minutes (cette idée vous a déjà été présentée, dans l'un des défis de la rubrique « À vous de jouer ! » du [chapitre 2](#)). Quand le minuteur commence à faire tic-tac, c'est comme si vous étiez au bureau. Pas question de filer en douce pour surfer sur le web, pas de bavardages au téléphone, ni de messages instantanés envoyés à vos amis. Ce qui est bien dans la technique Pomodoro, c'est que, si vous travaillez souvent en présence d'amis ou de parents, vous pouvez leur parler de la méthode. Ensuite, s'il leur arrive de vous interrompre, il vous suffit de dire que vous « faites une

séance de technique Pomodoro », ou que vous êtes « au travail », pour leur faire gentiment comprendre qu'ils doivent vous laisser tranquille.

Vous objecterez peut-être qu'il est stressant d'être minuté. Mais des chercheurs ont fait une découverte fascinante et paradoxale : si vous apprenez en subissant un stress léger, vous pourrez gérer un stress plus intense bien plus facilement. Ainsi, comme le décrit la chercheuse Sian Beilock, dans son livre *Choke*, les golfeurs qui s'entraînent devant d'autres joueurs ne perdent pas leurs moyens quand ils doivent jouer en public lors d'une compétition. De la même manière, si vous prenez l'habitude de résoudre des problèmes en étant pressé par le temps, vous risquez bien moins de craquer quand vous êtes sous pression lors d'un examen.

Fréquemment, des individus très performants, dans des domaines aussi différents que la chirurgie et la programmation informatique, recherchent délibérément des instructeurs qui les mettent dans des situations de stress, en leur lançant des défis, ce qui les pousse à être encore plus performants.



Pour éviter la procrastination, il est important de se concentrer sur le *processus*, et non sur le résultat. C'est le temps que vous consacrez quotidiennement, et régulièrement, à vous plonger dans vos études qui compte le plus. Concentrez-vous sur votre séance de technique Pomodoro, c'est-à-dire une séance de travail minutée de 25 minutes, et non sur le fait d'achever votre tâche. De même, sur cette photo, constatez que le physicien et surfeur Garrett Lisi est concentré sur *l'instant*, et non sur l'exploit que représente le fait d'avoir chevauché une vague.

Oraldo « Buddy » Saucedo, avec l'aimable autorisation d'Oraldo « Buddy »
Saucedo

La première fois que vous utilisez la technique Pomodoro, vous serez sans doute stupéfait de réaliser que vous avez sans cesse des envies irrépressibles de jeter un coup d'œil à quelque chose qui n'est pas lié à votre travail. Mais en même temps, vous aurez également le plaisir de constater que vous vous en rendez compte, et que vous parvenez à ramener votre attention sur votre travail avec une grande facilité. Une séance de 25 minutes est si brève que pratiquement n'importe quel adulte, ou jeune adulte, peut focaliser son attention pendant cette durée. Et quand vous aurez terminé la séance, vous pourrez vous détendre et savourer votre sentiment de réussite.

COMMENCEZ !

« Un conseil utile est simplement de s'y mettre ! Ce conseil peut sembler évident, mais si vous parvenez à prendre un bon départ, il devient bien plus facile d'accomplir quelque chose. J'aime me rendre dans un coin tranquille de la bibliothèque, car je peux souvent y voir des gens dans la même situation que moi. J'apprends mieux en visualisant les choses. Si je vois d'autres étudiants faire leurs devoirs, alors je suis plus enclin à le faire moi-même. »

Joseph Coyne, étudiant en troisième année de licence.

Voici un point important : quand vous rencontrez une distraction, ce qui vous arrivera inévitablement, vous devez vous habituer à l'ignorer. L'un des conseils les plus précieux que je puisse vous donner, pour gérer la procrastination, c'est d'*ignorer les distractions* ! Bien entendu, faire en sorte que les distractions soient rares est également une bonne idée. Bon nombre d'étudiants trouvent qu'un lieu silencieux, ou un casque à réduction de bruit (ou les deux), est très utile quand ils veulent vraiment se concentrer.

POUR EN FINIR AVEC LES DISTRACTIONS !

« Je suis né sans conduits auditifs, et par conséquent je suis sourd (je suis atteint du syndrome de Treacher Collins). Donc quand j'étudie, j'enlève mon appareil auditif, et je peux alors VRAIMENT me concentrer. J'adore mon handicap ! J'ai passé un test d'intelligence à la fin de ma première année de primaire. J'avais un QI de 90, très en dessous de la moyenne. Ma mère était affligée. Moi j'étais ravi, car je croyais que c'était une très bonne note ! Je n'ai aucune idée de mon QI actuel. Maintenant que je peux entendre, il a dû baisser un peu ! Dieu soit loué pour les interrupteurs marche/arrêt ! »

Bill Zettler, professeur de biologie, co-découvreur de plusieurs virus, et lauréat du prix du meilleur enseignant de l'année, université de Floride.

Après une séance de technique Pomodoro, combien de temps doit-on attendre avant de recommencer ? Tout dépend de ce que vous faites ! Si vous essayez d'attaquer un devoir que vous devez rendre plusieurs semaines plus tard, vous pouvez vous récompenser en vous accordant une demi-heure de surf sur le web sans avoir à culpabiliser. Si vous êtes sous pression et que vous avez beaucoup à faire, vous devrez peut-être vous contenter d'une pause de deux à

cinq minutes. Vous pouvez aussi alterner des séances de technique Pomodoro et des séances de travail sans minuteur. Si vous vous apercevez que vous ralentissez, ou que vous travaillez sans concentration, il vous suffit d'utiliser de nouveau le minuteur.

Dans les méthodes de type Pomodoro, avec minuteur, le *processus*, à base de simples efforts concentrés, passe en premier. Vous vous déconnectez de l'idée de rester bloqué sur un sujet donné, et vous pouvez travailler de façon automatique, sans vous sentir *obligé* de finir quoi que ce soit. Cet automatisme semble permettre d'accéder plus facilement aux capacités du mode diffus. En vous concentrant sur le *processus* plutôt que sur le *produit*, vous vous autorisez à vous distancier pour éviter de vous juger vous-même (*Suis-je plus près de terminer ?*) et vous vous autorisez à vous détendre pour entrer dans le flux de votre travail. Vous échapperez ainsi à la procrastination qui peut survenir quand vous étudiez les maths et les sciences, mais aussi quand vous rédigez tous les travaux qui sont importants dans de nombreux cours à l'université.

Travailler en mode multitâches revient à arracher sans cesse la même plante. Avec ce genre de variations constantes de votre attention, les nouvelles idées et les concepts inédits n'ont aucune chance de s'enraciner et de se développer. Et quand vous travaillez en mode multitâches sur vos devoirs scolaires, vous vous fatiguez plus rapidement. Chaque petit aller et retour effectué par votre attention utilise de l'énergie. Même si chaque déplacement de votre attention semble minime, l'effet cumulé signifie que vous accomplissez bien moins de choses, par rapport à l'effort fourni. De même, vous ne vous souvenez pas aussi bien de ce que vous apprenez, vous commettez davantage d'erreurs, et vous êtes moins capable de transposer le peu que vous parvenez à apprendre dans d'autres contextes. Des recherches montrent l'inefficacité du travail en mode multitâches : en moyenne, les étudiants qui s'autorisent à travailler ainsi quand ils étudient, ou quand ils sont en cours, obtiennent régulièrement des notes inférieures.

La procrastination implique souvent de se laisser distraire par des petites tâches, peu essentielles, comme tailler son crayon, en partie parce que l'on peut encore ressentir le frisson de la réussite. Votre esprit vous manipule. C'est pour cette raison que tenir un carnet expérimental est si important, nous allons en parler bientôt.

À VOUS DE JOUER !

Le bonheur est dans l'ignorance !

La prochaine fois que vous ressentez l'envie irrésistible de consulter vos messages, marquez une pause, et examinez ce que vous ressentez. Admettez cette envie. Puis ignorez-la.

Exercez-vous à ignorer les distractions. C'est une technique bien plus efficace que d'essayer, par votre seule volonté, de ne pas ressentir l'appel de ces distractions.

EN RÉSUMÉ

- Une petite dose de travail pénible peut faire le plus grand bien à terme.
- Les habitudes telles que la procrastination ont quatre composantes :
 - Le signal
 - La routine
 - La récompense
 - La croyance
- Modifiez une habitude en réagissant différemment à un signal, ou même en évitant complètement ce signal. Récompense et croyance rendent le changement durable.
- Concentrez-vous sur le processus (comment vous passez votre temps), au lieu du produit (ce que vous voulez accomplir).
- Faites des séances de technique Pomodoro de 25 minutes, pour rester productif pendant de brèves périodes. Puis récompensez-vous, après chaque séance d'attention focalisée réussie.
- N'oubliez pas de prévoir du temps libre, pour cultiver votre mode diffus.
- La technique du contraste mental est une méthode de motivation puissante : pensez aux pires aspects de vos expériences présentes ou passées, et comparez-les avec une vision positive de votre avenir.
- Si vous travaillez en mode multitâches, vous ne pouvez pas établir des connexions pleines et riches au sein de votre pensée, parce que la partie de votre cerveau qui permet de les réaliser se relâche constamment avant que des connexions neuronales puissent être consolidées.

ON RÉCAPITULE !

Si vous avez l'esprit brumeux, ou que vous vous sentez étourdi, quand vous essayez d'effectuer le rappel d'une idée essentielle, ou si vous vous apercevez que vous relisez sans cesse les mêmes paragraphes, essayez de faire quelques abdominaux, des pompes, ou des sauts sur place. Un peu d'exercice physique peut avoir un effet étonnamment positif sur votre capacité à vous remémorer et à comprendre.

Essayez de vous activer maintenant, avant de « rappeler » les idées contenues dans ce chapitre.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. À votre avis, pourquoi la partie de votre cerveau liée aux habitudes, tel un zombie, pourrait-elle préférer le *processus* au *résultat* ? Que pouvez-vous faire pour vous inciter à privilégier le processus, même dans deux ans, quand vous aurez fini de lire ce livre depuis longtemps ?
2. Quelles modifications subtiles pourriez-vous apporter à l'une de vos habitudes actuelles pour éviter plus facilement la procrastination ?
3. Quelle nouvelle habitude, simple et pratique, pourriez-vous prendre, qui vous aiderait à éviter la procrastination ?
4. Quel est l'un des signaux les plus problématiques qui déclenche chez vous une réaction de procrastination ? Que pourriez-vous faire pour réagir différemment à ce signal, ou pour éviter de le recevoir ?

ORALDO « BUDDY » SAUCEDO, PROFESSEUR DE MATHS, SUR LA MANIÈRE DONT L'ÉCHEC PEUT CONTRIBUER À LA RÉUSSITE



Neel Sundaresan, avec
l'aimable autorisation
de Toby Burditt

Oraldo « Buddy » Saucedo est un professeur de maths chaudement recommandé par le site RateMyProfessor.com. Il enseigne les mathématiques à plein temps au Dallas County Community College District (Texas). L'une de ses devises en matière d'enseignement est : « Je vous offre des possibilités de réussir. » Ici, Buddy nous explique un échec qui est à l'origine de son succès.

« De temps en temps, des étudiants me demandent si j'ai toujours été aussi intelligent, ce qui me fait rire. Alors, je leur raconte l'histoire de ma première moyenne, à l'université A&M du Texas.

J'écris 4,0 au tableau (la meilleure note aux États-Unis, l'équivalent de 16/20), et je leur dis que je n'étais pas loin d'avoir une moyenne de 4,0 à la fin de mon premier semestre. Et j'ajoute : "C'est formidable, non ?", puis je marque une pause pour attendre leurs réactions. Ensuite, je prends le

tampon effaceur, et je déplace la virgule des décimales à gauche, ce qui finit par donner : 0,4.

Oui, c'est vrai, j'ai lamentablement échoué, et j'ai été viré de la fac. C'est affreux, non ? Mais j'y suis retourné, et finalement, j'ai obtenu ma licence, et ma maîtrise.

Il y a des tas de gens qui ont vécu la même histoire, en passant de l'échec au succès. Si vous avez échoué dans le passé, vous ne vous rendez sans doute pas compte à quel point l'échec peut s'avérer important pour votre réussite.

Voici quelques leçons essentielles, que j'ai apprises en gravissant les marches du succès :

- Vous n'êtes pas vos notes, vous valez mieux que ça. Les notes sont des indicateurs de la gestion du temps, et marquent un taux de réussite.
- Une sale note ne signifie pas que vous êtes un sale type.
- La procrastination tue la réussite.
- Il est essentiel de se concentrer sur le fait d'avancer à petits pas raisonnables, et sur la gestion du temps.
- La préparation est la clé du succès.
- Nous avons tous un taux d'échec. Vous allez forcément connaître des échecs. Donc, vous devez contrôler vos échecs. C'est pour cela que nous faisons des devoirs à la maison, pour ramener à zéro notre taux d'échec.
- Le plus gros mensonge de tous les temps consiste à dire que c'est en s'exerçant qu'on atteint la perfection. C'est faux ! On s'améliore, c'est tout.
- C'est quand on s'exerce que l'on est censé échouer.
- Exercez-vous chez vous, en cours, n'importe quand et n'importe où, sauf au moment de l'examen !

- Bachoter et obtenir la moyenne ne constitue pas une réussite.
- Bachoter avant des épreuves est un petit jeu à court terme, qui apporte peu de satisfactions, et donne uniquement des résultats temporaires.
- Apprendre est un processus à long terme, qui octroie les plus grandes récompenses de la vie.
- Nous devrions toujours rester des élèves. Toujours, et de toutes les manières possibles.
- Acceptez l'échec. Célébrez chaque échec.
- Thomas Edison avait rebaptisé ses échecs : "1000 façons de ne pas inventer l'ampoule électrique." Rebaptisez vos propres échecs.
- Même les zombies se lèvent et réessaient !

On dit que l'expérience est le meilleur des professeurs. En fait, ce devrait être l'échec. Je trouve que les meilleurs élèves sont ceux qui savent le mieux faire face à l'échec, et qui s'en servent pour apprendre. »

Former des chunks ou craquer

Comment développer vos compétences et réduire votre anxiété

Quand une nouvelle invention voit le jour, il est rare qu'elle apparaisse directement dans toute sa gloire. En général, elle passe d'abord par de nombreuses phases, en étant constamment améliorée. Les premiers téléphones « portables » étaient aussi portables que des armoires normandes. Les premiers réfrigérateurs, mal conçus, étaient des appareils capricieux, seulement utilisés dans les brasseries. Les premiers moteurs étaient des monstres surdimensionnés, mais pas plus puissants que ceux des karts actuels.

Ces améliorations apparaissent quand l'invention est sur le marché depuis un certain temps, et que les clients ont eu l'occasion de la bricoler. Si vous avez sous la main un moteur qui fonctionne déjà, par exemple, il est tout à fait possible d'en améliorer une caractéristique, ou d'y ajouter de nouveaux éléments. C'est ainsi que naissent des innovations ingénieuses, telles que le turbocompresseur : un ingénieur réalise qu'il peut obtenir plus de puissance et de rendement en injectant davantage d'air et de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur. Alors les ingénieurs allemands, suisses, français et américains, parmi bien d'autres, se précipitent pour figurer l'idée de base.

Avez-vous pensé à avancer de quelques pages, pour lire les questions en fin de chapitre, qui vous aideront à former des chunks de compréhension ?

Comment former un chunk puissant

De même que l'on peut améliorer et affiner une invention, nous allons apprendre, dans ce chapitre, à améliorer et affiner nos compétences en matière de chunking. Créer une petite bibliothèque de chunks vous aidera à obtenir de meilleurs résultats à vos examens, et à résoudre les problèmes de façon plus créative. Grâce à ces bases, vous pourrez devenir un expert, quel que soit le domaine dans lequel vous travaillez.

(Au cas où vous vous poseriez la question, dans ce chapitre, nous faisons un saut en arrière, qui, après la procrastination, nous fait revenir au chunking. C'est un exemple d'*entrelacement* : une façon de diversifier votre apprentissage, en faisant un bond en arrière, après une pause, pour consolider une méthode apprise précédemment.)

Voici une idée essentielle : *apprendre les notions fondamentales en maths et en sciences est bien plus facile que d'apprendre des matières nécessitant beaucoup de mémorisation par cœur*. Pour autant, il ne s'agit pas ici de nier la difficulté ou l'importance de la mémorisation (demandez à n'importe quel étudiant en médecine qui prépare son concours !).

Et en voici une preuve : quand vous commencez à travailler sur un problème de maths ou de sciences, vous remarquez que chaque étape achevée vous dirige vers l'étape suivante. En assimilant des techniques de résolution de problèmes, vous améliorez l'activité neuronale qui vous permet d'entendre plus facilement ce que vous chuchote votre intuition en pleine expansion. Quand vous savez, quand vous savez *vraiment* comment résoudre un problème (rien qu'en y jetant un coup d'œil), vous avez créé un chunk performant, qui revient dans votre esprit comme une chanson à succès. Une bibliothèque de ces chunks vous permet – bien mieux que tout autre procédé – de comprendre des concepts fondamentaux.

Cela étant dit, allons-y !

LES ÉTAPES POUR FORMER UN CHUNK PUISSANT

1. **Résolvez, de bout en bout, un problème essentiel par écrit** (vous devez avoir accès à la solution de ce problème, soit parce que vous l'avez déjà résolu, soit parce que c'est un problème de votre manuel qui est lié à un corrigé ; mais ne consultez pas la solution, sauf si vous y êtes vraiment obligé !). Quand vous travaillez sur ce problème, ne trichez pas, ne sautez pas d'étapes, ne vous dites pas « Ah oui, j'ai compris ! » avant de l'avoir entièrement résolu. Assurez-vous que chaque étape est logique.
2. **Faites une séance de répétition avec ce problème, cette fois en vous concentrant sur les processus clés.** S'il vous semble un peu bizarre de refaire un problème, dites-vous bien que vous ne pourriez pas apprendre une chanson à la guitare en la jouant une seule fois, ni faire de la musculation en soulevant un haltère une seule fois !
3. **Faites une pause.** Vous pouvez étudier d'autres aspects du sujet, si vous en éprouvez le besoin, mais ensuite, faites autre chose. Consacrez-vous à votre emploi à temps partiel, ou bien étudiez une matière différente, ou encore allez jouer au football. Vous devez laisser le temps à votre mode diffus d'assimiler le problème.
4. **Dormez.** Avant de vous coucher, refaites le problème. Si vous restez bloqué, écoutez ce que vous dit ce problème. Laissez votre inconscient vous indiquer ce que vous devez faire.
5. **Faites une nouvelle séance de répétition.** Dès que vous le pouvez, le lendemain, refaites le problème. Vous devriez constater que vous êtes capable de le résoudre plus rapidement désormais. Votre compréhension devrait également être plus profonde. Il est même possible que vous vous demandiez pourquoi vous aviez du mal à résoudre ce problème. À ce stade, vous pouvez commencer à moins vous concentrer sur chaque étape. Restez focalisé sur les parties du problème que vous trouvez les plus difficiles. Cette concentration continue sur les points difficiles s'appelle la « pratique délibérée ». Même si cette technique peut s'avérer fatigante, c'est un aspect très important quand on veut étudier de façon productive. À ce stade, comme alternative, ou en complément, vous pouvez voir si vous parvenez à faire facilement un problème semblable.
6. **Ajoutez un nouveau problème.** Choisissez un nouveau problème fondamental, et commencez à travailler dessus, de la même façon que pour le premier problème. La résolution de ce problème deviendra le deuxième chunk de votre bibliothèque. Passez de nouveau par les étapes un à cinq pour ce problème. Et une fois que vous vous sentez à l'aise, choisissez un autre problème. Vous serez surpris de constater qu'il vous suffit de mettre quelques chunks solides dans votre bibliothèque pour bien mieux maîtriser le sujet et résoudre de nouveaux problèmes efficacement.
7. **Faites des séances de répétitions « actives ».** Passez en revue mentalement les étapes de ces problèmes fondamentaux, tout en pratiquant une activité physique (par exemple en marchant jusqu'à la bibliothèque, ou pendant une séance de musculation). Vous pouvez le faire également dès que vous avez

quelques minutes de temps libre : quand vous attendez le bus, quand vous faites un trajet en voiture, ou quand vous vous tournez les pouces en attendant l'arrivée d'un enseignant dans une salle de cours. Ces répétitions actives renforcent votre capacité à rappeler des idées clés quand vous résolvez des problèmes (que ce soit dans vos devoirs ou lors d'un examen).

Et voilà les étapes clés permettant de constituer une bibliothèque de chunks. En fait, vous établissez et vous consolidez un réseau de neurones de plus en plus interconnectés, vous enrichissez et renforcez vos chunks. Cette démarche fait appel à ce que l'on appelle l'*effet de génération*. Générer un sujet (c'est-à-dire le « rappeler ») vous aide à l'apprendre bien plus efficacement que si vous vous contentiez de le relire.

C'est une information utile, mais je sais ce que vous pensez : « Je passe déjà des heures chaque semaine à résoudre une seule fois tous les problèmes que l'on me donne à faire, comment pourrais-je recommencer quatre fois de suite pour un seul problème ? »

En guise de réponse, je vous pose cette question : quel est votre véritable objectif ? Est-il simplement de rendre vos devoirs ? Ou d'obtenir de bons résultats lors de vos examens, ce qui démontre votre maîtrise du sujet, et contribue en grande partie à votre note finale ? N'oubliez pas que si vous vous contentez de résoudre un problème en gardant votre manuel ouvert devant vous, rien ne garantit que vous serez de nouveau capable de résoudre le même type de problème lors d'un examen, et surtout, cela ne signifie pas que vous comprenez réellement le sujet.

Si vous êtes pressé par le temps, appliquez cette technique à quelques problèmes cruciaux sous forme de pratique délibérée, pour accélérer et renforcer votre apprentissage (et pour devenir plus rapide dans la résolution de problèmes).

La loi du hasard heureux

Souvenez-vous : la chance sourit à ceux qui essaient. Donc, ne vous laissez pas submerger par tout ce que vous devez apprendre quand vous abordez un nouveau sujet. Concentrez-vous plutôt sur la compréhension parfaite de

quelques idées clés. Vous serez étonné de constater à quel point ce système simple peut vous faciliter la vie.

La manière dont les musiciens améliorent leur capacité à jouer d'un instrument s'applique également aux maths, de la façon suivante : une grande violoniste, par exemple, ne se contente pas de jouer un morceau du début à la fin, puis de recommencer encore et encore. Elle se concentre plutôt sur les passages les plus difficiles du morceau, là où ses doigts s'emmêlent et son esprit s'embrouille. Essayez de faire de même dans votre *pratique délibérée*, en vous concentrant et en cherchant à être plus rapide dans les parties difficiles des méthodes de résolution que vous voulez apprendre.

N'oubliez pas : des recherches ont montré que plus vous faites d'efforts pour *rappeler* un sujet, plus celui-ci s'enracine profondément dans votre mémoire. Ce *rappel*, et non la simple relecture, est la meilleure forme de pratique délibérée quand on est étudiant. Cette stratégie est semblable à celle qu'utilisent les maîtres d'échecs. Ces magiciens du mental intègrent des configurations de l'échiquier, sous forme de chunks associés aux meilleurs coups possible, dans leur mémoire à long terme. Ces structures mentales les aident à choisir la meilleure possibilité pour chaque déplacement de la partie en cours. La différence entre les joueurs moins bien classés et les grands maîtres est que les seconds consacrent beaucoup plus de temps à comprendre leurs propres points faibles, et à travailler pour compenser leurs lacunes.

C'est bien plus difficile que de jouer aux échecs juste pour s'amuser, mais en fin de compte, les résultats sont plus gratifiants.

N'oubliez pas que la pratique de la récupération est l'une des formes les plus puissantes de l'apprentissage. Elle est bien plus productive que la simple relecture d'un document. Se constituer une bibliothèque de chunks permettant de résoudre des problèmes est efficace précisément parce que cette bibliothèque repose sur la pratique de la récupération. Ne vous laissez pas abuser par « l'illusion d'être compétent ». Souvenez-vous que regarder fixement des données qui se trouvent sur une page ouverte devant vous suffit à vous faire croire que vous connaissez ces données, alors que ce n'est pas le cas.

Au début, il vous semblera peut-être désagréable de s'exercer de cette façon, comme si vous preniez votre première leçon de piano à trente ans. Mais au fur et à mesure, vous verrez que les choses prennent forme plus facilement et plus

rapidement. Soyez patient, plus vous serez à l'aise face à votre sujet, plus vous y prendrez plaisir. Est-ce bien là ce que l'on appelle travailler ? Bien sûr, tout comme apprendre à jouer du piano avec fougue et brio. Mais la récompense en vaut vraiment la peine !

VIVE LES « ORDINACHUNKS » !

« Je suis étudiant en génie électronique à plein temps, et je travaille également à plein temps comme technicien. J'ai bien trop de travail universitaire pour garder en tête toutes mes connaissances en permanence. Donc j'utilise un truc mental consistant à créer des gros chunks pour différents domaines (cours de thermodynamique, conception de machines, programmation, etc.). Quand je dois me souvenir d'un projet spécifique, je mets de côté le sujet sur lequel je suis concentré, et je me réfère au chunk recherché, qui est comme un lien sur le bureau de mon ordinateur. Je peux soit me concentrer sur un domaine spécifique, soit, en mode diffus, regarder tout le bureau et trouver des liens conceptuels entre les chunks. Quand mon bureau mental est rangé et bien organisé, je peux réaliser des connexions plus facilement. Mon agilité mentale s'en trouve améliorée, et cela me permet d'approfondir n'importe quel sujet plus facilement. »

Mike Orrell, étudiant en licence de génie électronique.

Droit dans le mur : quand vos connaissances semblent soudain s'écrouler...

Il n'y a pas de progression logique en matière d'apprentissage : chaque jour n'apporte pas un nouveau volume sur l'étagère de vos connaissances. On se heurte parfois à des murs quand on développe sa compréhension. Ce qui avait du sens précédemment peut tout à coup devenir déroutant.

Cette sorte d'« effondrement des connaissances » semble survenir quand l'esprit restructure sa compréhension, en posant des fondations plus solides. Les étudiants en langue passent parfois par des phases où la langue étrangère qu'ils étudient leur semble soudain aussi incompréhensible que le klingon !

Ne perdez pas de vue qu'il faut du temps pour assimiler de nouvelles connaissances. Vous passerez par des périodes où vous aurez l'impression d'afficher un recul exaspérant en compréhension. C'est un phénomène naturel,

qui signifie que votre esprit lutte en profondeur avec le sujet. Vous constaterez qu'au sortir de ces périodes de frustration temporaire, votre base de connaissances va accomplir des progrès étonnants.

Soyez prêt : organisez vos documents

Quand vous vous préparez à passer un examen, organisez avec soin vos problèmes et leurs solutions, pour pouvoir les revoir rapidement. Certains étudiants fixent, avec du ruban adhésif, les solutions écrites à la main sur les pages appropriées de leur manuel, pour que toutes les données soient accessibles facilement (utilisez du ruban de peintre, ou des Post-it, si vous devez rendre le livre par la suite). Les solutions écrites à la main ont leur importance, car ce qui est écrit à la main a plus de chances d'être retenu par la mémoire.

Sinon, vous pouvez aussi garder à portée de la main un classeur contenant les problèmes essentiels et leurs solutions, tirés de vos cours et du manuel, pour pouvoir réviser avant un examen.

LES SAGES CONSEILS DE L'UN DES PLUS GRANDS PSYCHOLOGUES DE TOUS LES TEMPS À PROPOS DE LA MÉMORISATION

« Une particularité étrange de notre mémoire est que les choses s'y impriment mieux par la répétition active que par la répétition passive. Je veux dire que lorsque l'on apprend par cœur, par exemple, au moment où nous savons presque une information, il est plus payant d'attendre et de se la remémorer en faisant un effort intérieur, que de regarder de nouveau son manuel. Si nous retrouvons les mots de la première façon, nous les saurons probablement la fois suivante ; alors que de la deuxième façon, nous aurons très probablement besoin de nouveau du manuel. »

William James (écrit en 1890)

Les examens sont très instructifs : testez-vous constamment

Voici pourquoi il est crucial de pouvoir penser facilement à des méthodes de résolution (sous forme de chunks performants) : vous éviterez ainsi de craquer lors d'un examen. Vous risquez de craquer, c'est-à-dire de paniquer au point de vous retrouver paralysé, quand votre mémoire de travail est pleine à ras bord, et que vous n'avez pas assez de place pour les éléments essentiels supplémentaires dont vous avez besoin pour résoudre un problème. Le chunking comprime vos connaissances, et fait de la place dans votre mémoire de travail pour ces éléments, en vous évitant ainsi une rapide saturation intellectuelle. De plus, en faisant de la place dans votre mémoire de travail, vous aurez plus de chances de vous souvenir de détails importants pour la résolution de problèmes.

S'exercer ainsi est une façon de se faire passer à soi-même des mini-tests. Des recherches montrent que les examens ne sont pas seulement des moyens de mesurer ce que vous savez.

Les tests sont, en eux-mêmes, de puissantes expériences d'apprentissage. Ils modifient et développent ce que vous savez, et améliorent de façon spectaculaire votre capacité à retenir des informations. Cette amélioration de vos connaissances grâce aux examens s'appelle l'*effet test*. Elle semble se produire parce que les tests renforcent et stabilisent dans votre cerveau les schémas neuronaux reliés. C'est exactement ce que nous avons vu dans le chapitre 4 (section intitulée « La pratique rend les choses permanentes »), avec l'illustration montrant des schémas de plus en plus foncés dans le cerveau, qui apparaissent grâce à la répétition.

L'amélioration due à cet *effet test* survient même quand les résultats aux tests sont mauvais, et qu'il n'y a pas de correction de l'épreuve. Néanmoins, quand vous vous faites passer des tests à vous-même au cours d'une séance d'étude, essayez d'obtenir une correction. Vérifiez vos réponses à l'aide du corrigé de votre manuel, des solutions en fin de volume, ou de toute autre manière, peu importe. En outre, comme nous le verrons plus tard, les interactions avec vos camarades et vos enseignants faciliteront le processus d'apprentissage.

L'une des raisons pour lesquelles la formation de chunks solides se révèle si utile est qu'elle vous amène en fait à passer d'innombrables mini-tests. Curieusement, des études montrent que les étudiants, et même les enseignants, ignorent souvent les bienfaits de ce genre de mini-tests au cours d'une séance de récupération d'informations.

Les étudiants croient qu'ils ne font que contrôler leur niveau quand ils passent un mini-test portant sur leur rappel des informations. Mais ce test de rappel actif est l'une des meilleures méthodes d'apprentissage, bien meilleure que celle qui consiste à rester assis passivement et à relire un document ! En développant votre bibliothèque de chunks, avec beaucoup de pratique active de la récupération d'informations, et en testant votre pratique du rappel, vous utilisez certaines des meilleures méthodes possible pour apprendre profondément et efficacement.

À VOUS DE JOUER !

Créez une bibliothèque mentale de solutions

L'essentiel, pour développer souplesse mentale et compétence, est de créer votre bibliothèque de schémas de résolution, sous forme de chunks. Cette bibliothèque constituera votre banque de données à accès rapide, toujours disponible en un clin d'œil.

Cette idée n'est pas uniquement valable pour les problèmes de maths et de sciences, elle s'applique à de nombreux domaines. C'est pour cette raison que, par exemple, regarder où se trouvent les issues de secours, par rapport à votre siège à bord d'un avion, ou par rapport à votre chambre dans un hôtel, est toujours une bonne stratégie.

EN RÉSUMÉ

- Le chunking signifie : intégrer un concept pour en faire un schéma de pensée neuronal bien connecté.
- Le chunking contribue à augmenter la quantité de mémoire de travail que vous avez à votre disposition.
- Créer une bibliothèque de concepts et de solutions sous forme de chunks aide à développer l'intuition dans la résolution de problèmes.
- Quand vous créez votre bibliothèque de chunks, il est important de rester délibérément focalisé sur certains des concepts et aspects les plus difficiles de la résolution de problèmes.
- Il peut arriver que le destin distribue de mauvaises cartes à quelqu'un qui s'évertue pourtant à étudier. Mais n'oubliez pas la loi du hasard heureux : si vous vous préparez bien, en vous exerçant et en créant une bonne bibliothèque mentale, vous constaterez que la chance joue de plus en plus souvent en votre faveur. En d'autres termes, l'échec est garanti si vous n'essayez pas, mais ceux qui font constamment des efforts connaissent le succès bien plus fréquemment.

ON RÉCAPITULE !

Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Pratiquement personne ne peut se souvenir d'un grand nombre de détails, c'est normal. Mais vous serez étonné de la vitesse à laquelle votre apprentissage progresse si vous vous mettez à résumer en quelques chunks essentiels les idées liées à ce que vous apprenez.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Quel est le lien entre chunking et mémoire de travail ?
2. Pourquoi devez-vous résoudre les problèmes vous-même, au cours d'un processus de chunking ? Pourquoi ne pouvez-vous pas simplement regarder la solution à la fin du manuel, la comprendre, et continuer à travailler ? Que pouvez-vous faire d'autre pour affiner vos chunks juste avant un examen ?
3. Qu'est-ce que l'effet test ?
4. Après vous être exercé plusieurs fois sur un problème, marquez une pause, et vérifiez si vous avez le sentiment d'être sur le bon chemin, sentiment qui apparaît quand on comprend quelle est l'étape suivante dans le processus de résolution.
5. Qu'est-ce que la loi du hasard heureux ? Trouvez, parmi vos propres expériences, un exemple qui illustre cette idée.
6. Quelle est la différence entre le fait de « craquer » et l'effondrement des connaissances ?
7. Les étudiants se persuadent qu'ils apprennent mieux en relisant leurs documents, et non en se testant par la pratique du rappel. Comment pouvez-vous éviter de tomber dans ce piège répandu ?

NEEL SUNDARESAN, DIRECTEUR GÉNÉRAL DES LABORATOIRES DE RECHERCHE D'EBAY, PARLE DE L'INSPIRATION ET DU CHEMIN QUI MÈNE AU SUCCÈS, EN MATHS ET EN SCIENCES



Liste de choses à faire
pour zombie, image ©
2014 Kevin Mendez

Le Dr Neel Sundaresan est le créateur du programme Inspire!, destiné à aider les étudiants à réussir en sciences, génie, maths et technologie. Des étudiants de première année qui suivent le programme, tous issus de milieux défavorisés, viennent de déposer leur premier brevet. Ce brevet confère à eBay le grand avantage de la propriété intellectuelle dans le domaine du commerce mobile. Le Dr Sundaresan décrit ici l'itinéraire qu'il a suivi avant de connaître le succès.

« Je ne suis pas allé dans une école prestigieuse quand j'étais enfant. En fait, mon école était même en dessous de la moyenne. Nous n'avions pas les enseignants adaptés dans de nombreuses matières. Mais je me suis toujours efforcé de trouver une qualité chez tous les professeurs que je croisais, que ce soit leur excellente mémoire, ou simplement le fait qu'ils souriaient volontiers. Cette attitude positive m'a aidé à apprécier mes professeurs, et à garder l'esprit ouvert vis-à-vis de

mes cours.

Par la suite, cette attitude m'a également aidé dans ma carrière. Aujourd'hui, je recherche toujours activement l'inspiration auprès de ceux avec qui, ou pour qui, je travaille. Chaque fois que j'ai une baisse de moral, je m'aperçois que c'est parce que j'ai cessé de rechercher les qualités des gens qui m'entourent. Je sais alors qu'il est temps de regarder en moi, et d'opérer des changements.

Je sais que cela peut sembler banal, mais ma principale source d'inspiration a toujours été ma mère. Elle n'avait pas pu terminer ses études secondaires, car elle aurait dû, pour cela, quitter sa petite ville pour aller au lycée. Elle avait grandi à une époque passionnante, mais dangereuse, celle de la lutte pour l'indépendance de l'Inde. Les portes qui se sont fermées devant ma mère m'ont convaincu d'ouvrir des portes pour les autres, et d'aider mes étudiants à voir les vastes possibilités qui se trouvent à leur portée.

L'une des règles d'or de ma mère était : « Écrire est la base de l'apprentissage. » De l'école primaire à mes études de doctorat, j'ai puisé une force énorme dans le fait d'essayer de comprendre et de noter par écrit systématiquement chaque étape de ce que je voulais vraiment apprendre.

Quand j'étais étudiant en licence, je voyais mes camarades qui surlignaient vigoureusement des étapes, des passages ou des phrases d'un livre ou d'un texte à corriger. C'est quelque chose que je n'ai jamais compris. Une fois que vous avez

surligné un passage, dans un sens vous avez détruit l'original, sans aucune garantie de l'avoir transféré à l'intérieur de vous, où il pourrait s'épanouir.

Mes propres expériences, donc, font écho aux résultats des recherches que vous découvrez dans ce livre. Il faut éviter de surligner, car, selon moi en tout cas, cela donne l'illusion d'être compétent. La pratique de la récupération est bien plus efficace. Essayez de fixer dans votre esprit les idées principales de chaque page que vous lisez avant de passer à la page suivante.

En général, j'aimais travailler dès le matin sur les matières difficiles, comme les maths, à un moment où j'étais frais et dispos. Je procède encore ainsi aujourd'hui. Je trouve certaines de mes meilleures idées dans ma salle de bain et sous ma douche : c'est quand je laisse mon esprit s'écarter d'un sujet que le mode diffus est à même de faire des miracles. »

Outils, conseils et astuces

Comme le fait remarquer David Allen, spécialiste renommé du management : « Nous nous persuadons, par la ruse, de faire ce que nous sommes censés faire... Dans une large mesure, les personnes les plus performantes que je connaisse sont celles qui ont mis en place dans leur existence les meilleures ruses... Quand la part intelligente qui est en nous organise ce que nous devons faire, la part moins intelligente réagit presque automatiquement, et nous parvenons ainsi à d'excellents résultats. »

Allen fait allusion à des trucs tels que porter des vêtements de sport pour se mettre en condition avant de faire de l'exercice, ou poser un rapport important devant la porte d'entrée, pour ne pas pouvoir le rater. Mes étudiants me disent fréquemment que lorsqu'ils se rendent dans un environnement différent, comme l'aile silencieuse d'une bibliothèque, où les risques de se laisser distraire sont rares, cet environnement fait des merveilles contre la procrastination. Des recherches confirment qu'un endroit particulier, consacré uniquement au travail, est particulièrement utile.

Une autre astuce consiste à faire appel à la méditation, pour apprendre à ignorer les pensées qui vous distraient (la méditation n'est pas réservée aux adeptes du New Age, de nombreuses études montrent son intérêt).

Un petit guide très pratique pour s'initier à la méditation est *Buddha in Blue Jeans*, de Tai Sheridan. Ce guide est gratuit sous forme de livre électronique, et convient aux personnes de toutes confessions. Bien entendu, il

existe également de nombreuses applications consacrées à la méditation : faites une recherche sur Internet pour trouver ce qui vous convient le mieux.

Une dernière astuce importante consiste à recadrer son attention. L'un de mes étudiants, par exemple, parvient à se lever chaque jour à 4 h 30 du matin en semaine, en ne pensant pas à quel point il est fatigué quand il se réveille, mais à quel point son petit déjeuner va être bon.

L'une des histoires de recadrage les plus extraordinaires est celle de Roger Bannister, le premier athlète à courir le *mile* (1609 mètres) en moins de 4 minutes. Bannister était un étudiant en médecine, qui n'avait pas les moyens de se payer un entraîneur, ni de suivre un régime spécial pour coureur. Il n'avait même pas le temps de courir plus de 30 minutes par jour, du fait de ses études de médecine, et avait du mal à caser son entraînement dans son emploi du temps. Pourtant, Bannister ne se focalisait pas sur toutes les raisons pour lesquelles il n'avait, en principe, aucune chance d'atteindre son but. Au contraire, il se recentrait sur l'idée d'arriver à ses fins à sa façon. Le matin où il est entré dans l'histoire, il s'est levé, a pris son petit déjeuner habituel, fait les visites qu'il devait faire à l'hôpital, puis a sauté dans un bus pour aller jusqu'au stade.

Il est réconfortant de savoir qu'il existe des astuces mentales positives que l'on peut utiliser à son avantage. Elles compensent les astuces négatives qui ne marchent pas, ou qui vous rendent la vie encore plus difficile, comme lorsque vous vous dites que vous pourrez finaliser vos devoirs juste avant de les rendre.

Il est normal d'avoir des sentiments négatifs quand vous vous asseyez pour commencer à travailler. C'est la façon dont vous gérez ces sentiments qui compte. Des chercheurs ont découvert qu'à la différence de ceux qui sont lents à démarrer dans la vie, les personnes qui réussissent vite, qui ne procrastinent pas, mettent de côté leurs pensées négatives, en se disant, par exemple : « Cesse de perdre du temps et fais simplement ce que tu as à faire. Quand tu auras commencé, ça te paraîtra plus agréable. »

UNE APPROCHE POSITIVE DE LA PROCRASTINATION

« Je dis à mes étudiants qu'ils peuvent procrastiner, à condition de respecter trois règles :

1. Pas question d'utiliser votre ordinateur pendant que vous procrastinez. C'est tout bonnement trop captivant.
2. Avant de procrastiner, trouvez le problème le plus simple que l'on vous a donné à faire (pas besoin de le résoudre à ce stade).
3. Recopiez l'équation, ou les équations nécessaires pour résoudre ce problème, sur un morceau de papier, et gardez ce papier sur vous jusqu'à ce que vous soyez prêt à cesser de procrastiner et à vous remettre au travail.

Je trouve cette démarche efficace, car elle permet au problème de perdurer en mode diffus : les étudiants travaillent donc dessus même quand ils sont en train de procrastiner. »

Elizabeth Ploughman, maître de conférences en physique, Camosun College, Victoria, Colombie-Britannique.

L'auto-expérimentation : la clé pour s'améliorer

Le Dr Seth Roberts est un professeur émérite en psychologie de l'université de Californie, à Berkeley. Alors qu'il était étudiant de troisième cycle, et qu'il apprenait à réaliser des expériences, il s'est mis à l'auto-expérimentation. La première fois, il a utilisé son acné. Un dermatologue lui avait prescrit de la tétracycline, et Roberts a simplement compté le nombre de boutons qu'il avait sur le visage selon les diverses doses de médicament qu'il prenait. Le résultat ? La tétracycline n'avait aucun effet sur le nombre de boutons !

Roberts venait de faire une découverte que la médecine allait mettre une décennie à comprendre : la tétracycline, substance en apparence puissante, dotée d'effets secondaires dangereux, ne marchait pas forcément pour l'acné. Par contre, la crème au peroxyde de benzoyle était efficace contrairement à ce que Roberts avait d'abord cru. Comme il l'explique : « Mes recherches sur l'acné m'ont appris que l'auto-expérimentation pouvait être employée par des

non-spécialistes afin de : (a) voir si les experts avaient raison et (b) apprendre quelque chose qu'ils ne savaient pas. Je n'avais pas réalisé que c'était possible. »

Au fil des années, il a fait appel à l'auto-expérimentation pour étudier son humeur, contrôler son poids, et vérifier les effets des oméga 3 sur le fonctionnement du cerveau.

Roberts a constaté que, dans l'ensemble, l'auto-expérimentation était extrêmement utile pour tester des idées, et pour produire et développer de nouvelles hypothèses. Comme il le fait remarquer : « Par nature, l'auto-expérimentation implique d'opérer des changements radicaux dans votre vie : vous ne faites pas ceci pendant plusieurs semaines, puis vous le faites pendant plusieurs semaines. Cet aspect, et le fait que nous nous surveillions nous-mêmes de multiples façons, permet facilement à l'auto-expérimentation de révéler des effets secondaires inattendus... En outre, les mesures quotidiennes concernant l'acné, le sommeil, ou tout autre sujet, fournissent une base de référence, qui permet de percevoir encore plus facilement le moindre changement imprévu. »

Quant à vous, votre auto-expérimentation, au moins dans un premier temps, devrait porter sur la procrastination. Notez les occasions où vous n'achevez pas ce que vous aviez prévu de terminer, les signaux déclencheurs, et votre réaction habituelle en mode zombie face à ces signaux déclencheurs de procrastination. En consignant votre réaction, vous pourrez exercer la subtile pression nécessaire pour modifier votre comportement face aux signaux déclencheurs de procrastination, et améliorer progressivement vos habitudes de travail.

Dans son excellent livre *The Now Habit*, l'auteur Neil Fiore suggère de noter quotidiennement le programme détaillé de nos activités, pendant une semaine ou deux, pour identifier les domaines qui nous posent des problèmes en matière de procrastination. Vous pouvez surveiller votre comportement de nombreuses façons. Le plus important ici est qu'il semble essentiel de l'enregistrer par écrit pendant plusieurs semaines pour être en mesure de le changer.

De plus, certaines personnes fonctionnent mieux dans des environnements spécifiques : les uns ont besoin de se trouver dans un café bruyant, les autres ne

peuvent travailler que dans une bibliothèque silencieuse... Il vous faut trouver ce qui vous convient le mieux.

SEUL OU À PLUSIEURS : COMBATTRE LA PROCRASTINATION AU LIEU DE CHERCHER SIMPLEMENT À LA JUSTIFIER

« Le conseil que je peux vous donner, pour faire face à la procrastination, est de vous tenir à l'écart de tout ce qui pourrait certainement vous distraire, y compris les personnes. Allez dans une salle de classe tout seul, ou une bibliothèque, pour que rien ne puisse vous déconcentrer. »

Aukury Cowart, étudiant de deuxième année de licence, génie électrique.

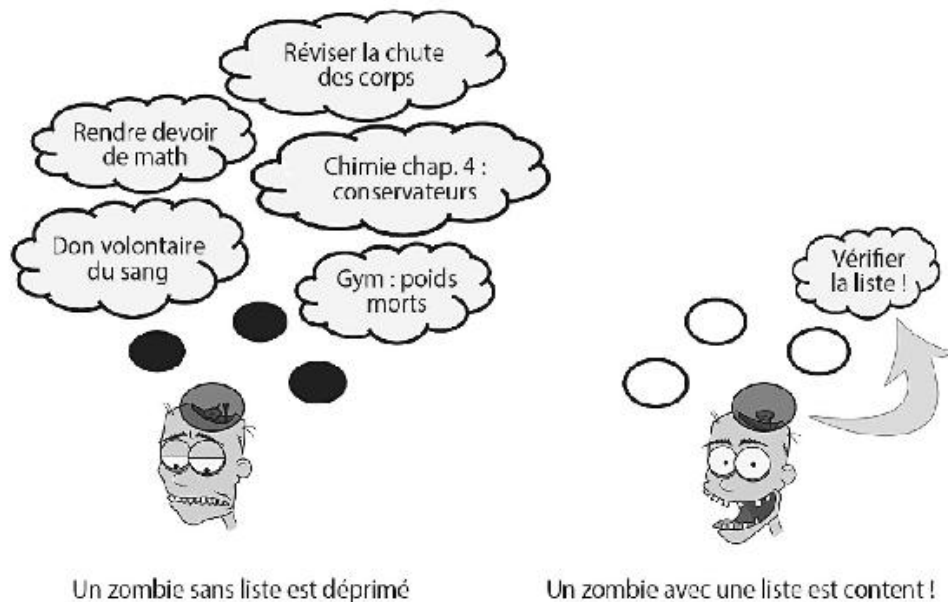
« Quand j'éprouve des difficultés dans une matière, je trouve utile d'étudier avec des camarades de ma classe. Je peux ainsi poser des questions, et nous essayons de comprendre ensemble ce qui nous échappe. Il y a des chances pour que je sache ce que les autres ne comprennent pas, et vice versa. »

Michael Pariseau, étudiant de troisième année de licence, génie mécanique.

L'alliance ultime avec les zombies : l'agenda-journal servant de carnet de laboratoire personnel

La meilleure façon de maîtriser vos habitudes est simple : une fois par semaine, dressez une courte liste de vos tâches hebdomadaires essentielles. Puis, chaque jour, dressez la liste des tâches sur lesquelles vous pouvez raisonnablement travailler, ou que vous pouvez accomplir. Essayez de rédiger cette liste de tâches quotidiennes la veille au soir.

Pourquoi la veille ? Des recherches montrent que vous aiderez ainsi votre inconscient à affronter les tâches de la liste, pour que vous trouviez comment les accomplir. *En rédigeant cette liste avant de vous coucher, vous sollicitez vos zombies pour qu'ils vous aident à accomplir le lendemain les éléments de la liste.*



Si vous ne notez pas vos tâches sur une liste, celles-ci se cachent près des quatre (environ) points d'accès de votre mémoire de travail, occupant une précieuse place mentale.

Mais une fois que vous avez dressé une liste de tâches, vous faites de la place dans la mémoire de travail pour pouvoir résoudre des problèmes. Youpi ! N'oubliez pas : vous devez absolument croire que vous allez vérifier votre agenda-journal. Si votre inconscient ne croit pas que vous allez le faire, les tâches se mettront à remonter en tourbillonnant, et bloqueront votre mémoire de travail.

Mary Cha, avec l'aimable autorisation de Mary Cha

La plupart des gens utilisent le calendrier de leur téléphone portable, ou bien un agenda (en ligne ou sur papier), pour se souvenir des échéances importantes. Vous utilisez sans doute vous-même déjà un système de ce genre. À partir des dates limites de votre agenda, dressez une liste hebdomadaire de choses à faire, contenant au maximum 20 éléments. Chaque soir, à partir de cette liste hebdomadaire, rédigez, pour le lendemain, la liste quotidienne des choses à faire. Ne dépassez pas 5 à 10 éléments. Essayez de ne rien ajouter à la liste quotidienne, une fois qu'elle a été rédigée, sauf s'il s'agit d'éléments imprévus et importants (vous ne pouvez pas produire des listes sans fin). Évitez aussi d'échanger des éléments de votre liste.

Une dernière chose : comme le recommande la coach littéraire Daphne Gray-Grant à ses clients écrivains : « Mangez votre pain noir en premier, dès le

matin. » Commencez par faire le travail le plus important, celui que vous aimez le moins, dès que vous vous réveillez. C'est incroyablement efficace.

Voici un échantillon d'une de mes journées, établi à partir de mon propre agenda-journal (vous pouvez créer vous-même un échantillon hebdomadaire). Remarquez qu'il n'y a que six éléments, dont certains sont axés sur le processus. Par exemple, je dois rendre un article à une revue dans plusieurs mois, donc j'y consacre un peu de temps, en mode concentré, presque chaque jour, pour avancer. Quelques éléments sont axés sur le produit, mais c'est uniquement parce qu'ils sont réalisables en peu de temps.

30 NOV.

- Article pour PNAS (1 heure)
- Faire une promenade
- Livre (1 chapitre)
- ISE 150 : prép. démo.
- EGR 260 : préparer 1 question pour l'examen final
- Finaliser prochaine conférence

Objectif : s'amuser !

Heure de fin de journée visée : 17 h

Observez mes pense-bêtes : je veux rester concentrée sur chaque élément quand je travaille dessus, et je veux m'amuser. J'ai bien avancé sur ma liste aujourd'hui. Mais je me suis quand même surprise à me laisser distraire, parce que j'avais oublié de fermer ma boîte mail. Pour me remettre sur les rails, je me suis lancé un défi Pomodoro de 22 minutes, à l'aide d'un minuteur déclenché sur mon ordinateur. (Pourquoi 22 minutes ? Eh bien, pourquoi pas ? Rien ne m'oblige à utiliser le même nombre de minutes à chaque fois. Et remarquez aussi qu'en passant en mode Pomodoro, je me suis axée sur le processus.) Aucun élément sur ma liste ne demande beaucoup de temps, car j'ai d'autres choses à faire au cours de la journée : des réunions auxquelles je dois assister, un cours à donner. Parfois, je parsème ma liste de quelques tâches qui impliquent une activité physique, comme arracher des mauvaises herbes, ou donner un coup de balai dans la cuisine. En général, je ne raffole pas de ce genre de tâches, mais curieusement, parce que je les utilise comme des pauses en mode diffus, j'ai souvent hâte de les accomplir.

Si vous mêlez d'autres tâches à vos séances d'étude, tout semble devenir plus agréable, et vous vous épargnez ainsi de longues séances assises néfastes pour la santé.

Au fil du temps, en devenant plus expérimentée, j'évalue bien mieux la durée de n'importe quelle tâche. Vous verrez que vous progresserez rapidement, et deviendrez plus réaliste sur ce que vous pouvez raisonnablement réaliser en un temps donné. Certains aiment inscrire un chiffre de 1 à 5 à côté de chaque tâche, 1 correspondant à la plus grande priorité et 5 à ce qui peut attendre jusqu'au lendemain. D'autres préfèrent dessiner une étoile à côté des tâches à priorité élevée. D'autres encore aiment tracer une case devant chaque élément, pour pouvoir la cocher. Personnellement, j'aime barrer d'un gros trait noir chaque tâche une fois que je l'ai achevée. Trouvez ce qui vous convient. Vous mettrez ainsi au point un système qui fonctionne *pour vous*.

LA LIBERTÉ QUE DONNE UN PROGRAMME

« Pour combattre la procrastination, j'établis un programme pour tout ce que je dois faire. Par exemple, je me dis : "Vendredi, il faut que je commence mon article, et je dois le finir samedi. De plus, samedi, je dois faire mon devoir de maths. Dimanche, je dois réviser pour mon test d'allemand." Ça m'aide vraiment à rester organisé, et à ne ressentir pratiquement aucun stress. Si je ne respecte pas mon programme, alors j'ai le double de travail à faire le lendemain, et ce n'est vraiment pas ce qui me réjouit. »

Randall Broadwell, étudiant en génie mécanique, option allemand.

Par ailleurs, si vous avez déjà essayé d'utiliser un agenda ou un journal, et que cela ne vous a pas convenu, vous pouvez essayer une technique apparentée, qui joue un rôle plus évident de pense-bête : inscrivez votre liste de tâches sur un tableau noir, ou un tableau blanc, près de votre porte d'entrée.

Et bien entendu, vous continuerez à ressentir un frisson de plaisir chaque fois que vous pourrez rayer un élément de votre liste !

Notez que la fin de journée est prévue à 17 heures. Cela semble curieux, n'est-ce pas ? Pourtant, c'est bien ça, et c'est l'un des éléments les plus importants de votre agenda-journal quotidien. *Planifier le moment où vous allez vous arrêter est aussi important que de planifier votre temps de travail.* En général,

j'essaie de m'arrêter à 17 heures, mais quand je travaille sur quelque chose d'inédit, j'ai parfois du plaisir à y jeter de nouveau un coup d'œil, après avoir fait ma pause du soir, juste avant d'aller me coucher. Et il y a parfois aussi un projet important que je dois terminer. La raison pour laquelle je m'arrête à 17 heures est que j'ai une famille, avec laquelle j'aime passer du temps, et que j'aime également pouvoir faire toutes sortes de lectures le soir. Si cet emploi du temps vous semble un peu trop confortable, n'oubliez pas que je me lève tôt, six jours par semaine, ce que vous n'êtes évidemment pas obligé de faire, sauf si vos études et votre charge de travail sont particulièrement prenantes.

Vous vous dites peut-être : « Oui, mais vous êtes professeur, vous ne faites plus d'études, comme dans votre jeunesse, bien sûr que vous pouvez partir tôt ! » Pourtant, l'un des spécialistes des études que j'admire le plus, Cal Newport, s'est arrêté de travailler à 17 heures pendant la plus grande partie de ses études. Il a néanmoins fini par passer son doctorat au Massachusetts Institute of Technology (MIT).

En d'autres termes, cette méthode, aussi improbable qu'elle puisse paraître à certains, est valable même quand on poursuit de longues études universitaires. Encore une fois, ceux qui s'attachent à préserver, sainement, des moments de loisirs au milieu de leurs efforts se montrent plus performants que ceux qui s'obstinent à mener sans interruption un train de vie abrutissant.

Quand vous avez achevé votre liste quotidienne, vous en avez fini pour la journée. Si vous en venez à dépasser constamment l'horaire prévu de votre fin de journée, ou à laisser inachevées les tâches que vous vous étiez fixées, votre agenda-journal vous aidera à le détecter, et il vous permettra d'apporter de subtils changements à votre stratégie de travail. Vous avez un objectif important chaque jour : écrivez quelques notes brèves dans votre agenda-journal pour le lendemain, et rayez quelques tâches (si possible) sur votre liste pour la journée en cours.

Bien entendu, il se peut que votre vie ne se prête pas facilement à un emploi du temps comportant pauses et temps libre pour les loisirs. Vous faites peut-être ce que vous pouvez, avec deux boulots mal payés, et trop d'heures de cours. Mais quelle que soit votre vie, essayez d'y caser un peu de temps libre.

Il est important de transformer les échéances lointaines en échéances quotidiennes. Allez-y petit à petit. Les tâches considérables doivent être divisées

en tâches plus petites, qui figurent sur votre liste quotidienne. La seule façon de parcourir des milliers de kilomètres est de faire un pas après l'autre.

À VOUS DE JOUER !

Planifier pour réussir

Choisissez une fraction d'une tâche que vous évitez depuis un certain temps. Planifiez le moment et l'endroit où vous allez vous y attaquer. Allez-vous vous rendre à la bibliothèque dans l'après-midi, en mettant votre téléphone en mode avion ? Allez-vous vous installer dans une pièce chez vous, le lendemain soir, en laissant votre ordinateur portable dans une autre pièce, et en écrivant à la main pour commencer ? Quelle que soit votre décision, le simple fait de planifier la mise en œuvre de ce que vous devez faire vous permettra de réaliser la tâche bien plus facilement.

Il est possible que vous soyez tellement habitué aux schémas de la procrastination et de la culpabilité qu'il vous est difficile de croire qu'un autre système peut fonctionner. De plus, il vous faudra peut-être du temps pour comprendre comment gérer correctement votre agenda, car vous n'aurez jamais eu le luxe, auparavant, de savoir combien de temps est nécessaire pour faire du bon travail sans avoir à se presser. En fait, les procrastinateurs chroniques ont tendance à considérer que chaque acte de procrastination est un acte unique et inhabituel, un phénomène qui a lieu « juste cette fois-ci » et qui ne se répétera pas. Même si c'est faux, cela semble formidable, tellement formidable que vous y croyez à chaque fois, car sans agenda-journal, il n'y a rien pour vous contredire. Comme le disait Chico Marx : « Qui allez-vous croire, moi ou vos propres yeux ? »

ÉVITER LA PROCRASTINATION : LE POINT DE VUE D'UN ÉTUDIANT EN GÉNIE INDUSTRIEL, JONATHAN McCORMICK

1. Je note le travail que je dois faire dans mon agenda, mais j'indique comme date limite la veille du jour où je dois réellement le rendre. Ainsi, je n'ai jamais à me précipiter pour terminer à la dernière minute. Et il me reste toute une journée pour bien réfléchir à mon devoir avant de le rendre.
 2. J'annonce à tous mes amis que je fais mes devoirs. Ainsi, si l'un d'entre eux me surprend en ligne sur Facebook, il me rappelle que je suis censé travailler.
 3. Au-dessus de mon bureau, j'ai accroché une feuille de papier encadrée, portant le salaire de base d'un ingénieur en génie industriel. Quand je n'arrive pas à me concentrer sur une tâche, je regarde cette feuille, et je me dis qu'à long terme, ça en vaut la peine.
-

Un peu de procrastination de temps à autre est inévitable. Mais pour apprendre les maths et les sciences de façon efficace, vous devez maîtriser vos habitudes. Vos zombies doivent être à vos ordres. Votre agenda-journal vous permet de surveiller ce qui fonctionne ou pas. Quand on commence à utiliser une liste de tâches pour la première fois, on constate souvent que l'on s'est montré un peu trop ambitieux : on ne peut pas tout faire en même temps. Mais en affinant ce système, vous apprendrez vite à vous fixer des objectifs raisonnables et réalisables.

Vous vous dites peut-être : « Oui, mais qu'en est-il d'un système de gestion du temps ? Et comment savoir quelle est la tâche la plus importante sur laquelle je dois travailler ? » C'est justement à cela que servent les listes hebdomadaires de choses à faire. Elles vous aident à prendre du recul calmement, à avoir une vue d'ensemble, et à établir un ordre de priorité.

En établissant votre liste quotidienne la veille au soir, vous pouvez également éviter de prendre des décisions de dernière minute qui risquent de vous nuire à long terme.

Pouvez-vous modifier votre programme en raison d'événements inattendus ? Bien entendu ! Mais n'oubliez pas la loi du hasard heureux : la chance sourit à ceux qui essaient. Et pour essayer, il faut bien planifier. Ne perdez pas de vue votre objectif, et ne vous laissez pas perturber par les obstacles occasionnels.

LE RECOURS AUX LISTES, ET L'IMPORTANCE DU COMMENCEMENT

« Je reste organisé pendant la semaine en dressant une liste de choses qui doivent être faites chaque jour. Cette liste est en général rédigée sur une feuille, que je replie, et que je garde dans ma poche. Chaque jour, deux ou trois fois par jour, je sors ma feuille, et je vérifie que j'ai bien fait, ou que je vais faire ce qui est au programme de la journée. J'adore rayer des éléments de la liste, surtout quand cette dernière est très longue. J'ai un tiroir rempli de feuilles repliées.

Je trouve qu'entamer une tâche, ou même plusieurs en même temps, est une façon de me mâcher le travail, car je sais alors que lorsque je m'y remets, ces tâches sont déjà en partie faites, et que j'ai donc moins à m'en inquiéter. »

Michael Gashaj, étudiant de deuxième année de licence, génie industriel.

Conseils technologiques : des applications et logiciels pour étudier

Un simple minuteur, un crayon et une feuille sont souvent les instruments les plus simples à utiliser pour éviter la procrastination, mais vous pouvez également tirer parti de la technologie. Voici une liste des meilleurs outils destinés aux étudiants.

À VOUS DE JOUER !

Les meilleurs logiciels et applications pour rester concentré sur une tâche

(versions gratuites disponibles, sauf mention contraire)

Minuteurs

- *Technique Pomodoro* (divers prix et ressources).
<http://pomodorotechnique.com/>

Tâches, planification, et cartes mémoires

- *30/30* : associe minuteur et liste de tâches.
<http://3030.binaryhammer.com/>
- *StudyBlue* : associe carte mémoire et notes par SMS quand il est l'heure de recommencer à étudier, avec un lien direct menant au sujet.
<http://www.studyblue.com/>
- *Evernote* : l'un de mes outils préférés, très apprécié pour rédiger des listes de tâches et noter des informations au hasard (remplace le petit carnet que les écrivains utilisent depuis longtemps pour se souvenir de leurs idées).
<http://evernote.com/>
- *Anki* : l'un des meilleurs systèmes de cartes mémoires pures, avec un excellent algorithme de répétition espacée. De nombreux et excellents jeux de cartes tout faits sont disponibles pour diverses disciplines.
<http://ankisrs.net/>
- *Quizlet.com* : vous permet d'entrer vos propres cartes mémoires (vous pouvez travailler avec vos camarades de classe pour répartir les tâches).
<http://quizlet.com/>
- *Google Tasks et Google Calendar*.
<http://mail.google.com/mail/help/tasks/>

Pour limiter votre accès aux sites web qui vous font perdre du temps

- *Freedom* : beaucoup ne jurent que par ce programme, disponible pour MacOS, Windows, et Android (10 dollars).
<http://macfreedom.com/>
- *StayFocusd* : pour Google Chrome.
https://chrome.google.com/webstore/detail/stayfocusd/laankejkbhbdhmpfmgcn_gdelahlfoji?hl=en

- *LeechBlock* : pour Firefox.
<https://addons.mozilla.org/en-us/firefox/addon/leechblock/>
- *MeeTimer* : pour Firefox. Permet de suivre et de noter les lieux où vous passez votre temps.
<https://addons.mozilla.org/en-us/firefox/addon/meetimer/>

Pour vous encourager, vous et vos camarades d'étude

- *43 Things* : site de fixation d'objectifs.
<http://www.43things.com/>
- *StickK* : site de fixation d'objectifs.
<http://www.stickk.com/>
- *Coffitivity* : léger bruit de fond, comme dans un café.
<http://coffitivity.com/>

Le filtre le plus efficace de tous

- Désactivez toutes les notifications sonores sur votre ordinateur et votre smartphone !

EN RÉSUMÉ

Les astuces mentales sont des outils puissants. En voici quelques-unes, parmi les plus efficaces :

- Pour résister à la procrastination, allez dans un lieu où vous ne risquez pas d'être interrompu, comme une bibliothèque.
- Exercez-vous à ignorer les pensées qui vous distraient, en les laissant simplement errer dans votre esprit.
- Si vous êtes préoccupé, recadrez-vous en déplaçant votre attention du négatif au positif.
- Admettez qu'il est parfaitement normal d'éprouver des sentiments négatifs quand vous attaquez votre travail.
- Planifier votre vie de façon à avoir des loisirs est l'un des meilleurs moyens d'éviter la procrastination ; et l'une des meilleures raisons d'*éviter* la procrastination est que cela vous permettra de planifier votre vie de façon à avoir des loisirs !
- Pour éviter la procrastination, il est fondamental d'établir une liste quotidienne raisonnable de choses à faire, et de jeter régulièrement un coup d'œil sur votre liste hebdomadaire pour vérifier que vous êtes globalement sur la bonne voie.
- Rédigez votre liste de tâches quotidiennes la veille au soir.
- Commencez par le plus rébarbatif.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? N'oubliez pas de vous féliciter d'avoir fini de lire ce chapitre (tout accomplissement mérite une petite tape dans le dos) !

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. S'il est normal que des étudiants éprouvent des sentiments négatifs quand ils se mettent au travail, que pouvez-vous faire pour franchir cet obstacle plus facilement ?
2. Quelle est la meilleure façon, pour vous, de maîtriser vos habitudes de procrastination ?
3. Pourquoi rédiger une liste de tâches la veille du jour où vous avez l'intention d'accomplir ces tâches ?
4. Comment pouvez-vous recadrer ce que vous percevez de façon négative actuellement ?
5. Expliquez pourquoi il est très important de savoir à l'avance à quelle heure vous allez cesser de travailler chaque jour.

À VOUS DE JOUER !

Se fixer des objectifs réalistes

J'aimerais que la fin de ce chapitre marque le début du reste de votre existence. Pendant les deux prochaines semaines, notez par écrit vos buts hebdomadaires, au début de chaque semaine. Puis, chaque jour, notez de 5 à 10 objectifs quotidiens raisonnables, basés sur vos objectifs hebdomadaires. Rayez chaque tâche quand vous l'avez terminée, et savourez mentalement chaque accomplissement qui s'accompagne d'une suppression dans la liste. Au besoin, vous pouvez décomposer une tâche donnée, pour en faire une « mini-liste de tâches », formée de trois petites sous-tâches par exemple, ce qui vous aidera à rester motivé.

N'oubliez pas qu'une partie de votre mission consiste à terminer vos tâches quotidiennes à une heure raisonnable, pour disposer de temps libre sans avoir à culpabiliser. Vous prendrez ainsi une nouvelle série d'habitudes, qui rendra votre vie bien plus agréable !

Vous pouvez utiliser une feuille de papier ou un carnet, un tableau noir ou un tableau blanc (à accrocher près de votre porte d'entrée). Choisissez la méthode qui vous convient le mieux. Quelle que soit cette méthode, c'est elle que vous devez mettre en œuvre pour commencer.

RELEVER LES GRANDS DÉFIS DE L'EXISTENCE GRÂCE À UNE « MARINADE MATHÉMATIQUE MAGIQUE » : L'HISTOIRE DE MARY CHA



Zombie souriant, image ©
2014 Kevin Mendez

« Mon père nous a abandonnés quand j'avais trois semaines, et ma mère est morte quand j'avais neuf ans. Par conséquent, j'ai été très mauvaise élève au collège et au lycée, et j'étais encore adolescente quand j'ai quitté la maison de mes parents adoptifs, avec 60 dollars en poche.

Je suis maintenant étudiante en biochimie, avec d'excellentes notes, et je poursuis mon ambition de faire des études de médecine. Je vais m'inscrire l'année prochaine.

Quel est le rapport avec les maths ?
Bonne question !

Quand je suis entrée dans l'armée, à l'âge de vingt-cinq ans, c'était parce que ma vie était devenue ingérable financièrement. Cet engagement a été la meilleure décision que j'ai jamais prise, ce qui ne signifie pas que j'ai trouvé la vie militaire facile. La période la plus dure a été celle que j'ai passée en Afghanistan. J'aimais mon travail, mais j'avais peu de points communs avec mes collègues. Je me sentais donc souvent exclue et seule, et je me suis mise à étudier les maths pendant mon temps libre, pour m'aérer la tête.

Mon expérience dans l'armée m'a aidée à prendre de bonnes habitudes pour étudier. Au lieu de me concentrer intensément pendant des heures d'affilée, il me fallait comprendre tout ce que je pouvais en quelques minutes, parce que je ne disposais pas de plus de temps ! Il y avait sans cesse des problèmes à régler, du coup je ne pouvais travailler que pendant de courtes périodes.

C'est à ce moment-là que j'ai découvert par hasard la "marinade mathématique", l'équivalent du traitement en mode diffus. Il m'arrivait de caler sur certains problèmes, de rester vraiment bloquée, sans rien comprendre du tout. Et puis on m'appelait pour que j'intervienne après une explosion, ou autre. Pendant que j'intervenais, à la tête de mon équipe, ou même quand j'étais tranquillement assise à attendre, je gardais à l'esprit ces problèmes de maths. Et quand je retournais dans ma chambre, plus tard le soir, tout était résolu !

J'ai découvert une autre astuce, que j'appelle la "révision active". Quand je me lissais les cheveux, ou que je prenais ma douche, je révisais en même temps mentalement des problèmes que j'avais déjà résolus.

Cela me permettait de garder en tête ces problèmes, pour éviter de les oublier.

Ma méthode pour étudier est la suivante :

1. Faites tous les problèmes bizarres d'un chapitre (ou, en tout cas, suffisamment de chaque "type" de problèmes pour que votre compréhension soit complète).
2. Laissez "mariner" les problèmes.

3. Sur des feuilles, notez toutes les notions importantes, et un exemple de chaque type de problème que vous aimeriez ajouter à votre boîte à outils.
4. Avant un examen, soyez capable d'énumérer tout ce qui se trouve sur vos feuilles : les sujets, les types de problèmes au sein des chapitres, et les techniques. Vous serez surpris de constater tout ce que peut vous apporter le simple fait d'être capable d'énumérer les chapitres et les sujets, sans même parler des types de problèmes et des astuces de votre boîte à outils. Ce genre de rappel verbal vous permettra de reconnaître plus rapidement les types de problèmes, et d'avoir plus d'assurance avant de passer un examen.

Quand j'étais plus jeune, je croyais que si je ne comprenais pas quelque chose immédiatement, cela signifiait que je n'arriverais jamais à le comprendre, ou que je n'étais pas intelligente. Bien entendu, c'est complètement faux. Maintenant, je comprends qu'il est vraiment important de s'attaquer à quelque chose rapidement, pour avoir le temps de le digérer. Cela permet de comprendre sans éprouver de stress et rend l'apprentissage bien plus agréable. »

Le zombie de la procrastination : conclusion

Dans ces derniers chapitres, nous avons exploré un certain nombre de problématiques liées à la procrastination. Voici quelques pensées finales qui jettent un éclairage nouveau sur ce sujet.

Avantages et inconvénients de travailler en permanence dans un état second

La rencontre fortuite de deux mordus d'informatique qui travaillaient chez Microsoft, lors d'une fête, un vendredi soir de l'année 1988, les amena à découvrir une solution géniale pour un problème majeur de logiciel, que Microsoft avait pratiquement renoncé à résoudre. Les deux compères quittèrent la soirée pour tester leur idée, en allumant un ordinateur et en examinant le code incriminé ligne par ligne. Quelques heures plus tard, il devint clair qu'ils tenaient quelque chose. Ce quelque chose, comme l'explique Frans Johansson dans son livre fascinant *The Click Moment*, transforma le projet de logiciel quasi abandonné en Windows 3.0, qui fit de Microsoft le titan planétaire de la technologie qu'il est devenu aujourd'hui.



Parfois, l'inspiration semble surgir de nulle part.
Photo de Joshua Foer © Christopher Lane

Ces cas rares de poussée créative – ces éclairs de génie spontanés, suivis d'efforts mentalement éprouvants, extrêmes, qui durent toute la nuit – sont très différents d'une journée type passée à étudier les maths et les sciences. C'est un peu comme en sport : de temps à autre, il y a une journée de compétitions, pendant laquelle vous devez tout donner, dans des conditions de stress extraordinaires. Mais vous ne pourriez certainement pas vous entraîner tous les jours ainsi.

Les jours où vous êtes super-productif, où vous continuez à travailler jusque tard dans la nuit, vous abattez peut-être beaucoup de travail, mais les jours suivants, si vous regardez dans votre agenda-journal, vous constaterez sans doute que vous devenez moins productif. Ceux qui prennent l'habitude de faire leur travail par à-coups excessifs sont bien moins productifs globalement que ceux qui travaillent avec régularité et dans des périodes de temps raisonnables. Rester trop longtemps dans un état second vous conduira droit au burn-out.

Une échéance imminente peut décupler votre niveau de stress, vous plongeant dans un état où les hormones du stress agissent et favorisent la pensée. Mais compter sur l'adrénaline peut être un jeu dangereux, car lorsque le niveau de stress est trop élevé, la capacité à penser clairement s'évanouit. Plus important, apprendre des maths et des sciences en vue d'un examen n'a rien à voir avec terminer un rapport écrit à une date donnée.

Cela s'explique parce que les maths et les sciences exigent le développement de nouveaux échafaudages neuronaux, qui sont différents des échafaudages sociaux, picturaux, et langagiers que nos cerveaux ont appris à maîtriser à la perfection au cours de l'évolution. Pour bon nombre de gens, les échafaudages liés aux maths et aux sciences se forment lentement, en alternant pensée en mode concentré et pensée en mode diffus, tandis que les informations sont absorbées. En particulier quand il s'agit d'apprendre les maths et les sciences, l'excuse qui tente de justifier les excès par la formule « Je travaille particulièrement bien quand on m'impose une date limite » est tout bonnement fausse.

Vous vous souvenez des mangeurs d'arsenic, au début de ces chapitres sur la procrastination ? Dans les années 1800, quand cette ingestion d'arsenic eut lieu, au sein d'une minuscule population autrichienne, on ignorait à quel point le geste était nocif à long terme, même s'il était possible de développer une tolérance au poison.

Eh bien, c'est un peu comme si l'on ne reconnaissait pas les dangers de la procrastination.

Maîtriser ses habitudes de procrastination revient à reconnaître que quelque chose qui est douloureux sur le moment peut être bienfaisant à long terme. Surmonter votre envie irrésistible de procrastiner a beaucoup à voir avec d'autres facteurs de stress mineurs qui s'avèrent bénéfiques en fin de compte.

« Quand je ne travaille pas, il faut que je me détende, et non que je travaille sur autre chose ! »

Le psychologue B. F. Skinner, évoquant une prise de conscience décisive qui marqua un tournant dans sa carrière.

Attendre avec sagesse

Nous avons vu que des attitudes positives en apparence pouvaient avoir des conséquences néfastes. L'*Einstellung*, aux échecs, c'est-à-dire le blocage qui vous empêche de trouver un meilleur coup en raison d'idées préconçues, en est un

bon exemple. La focalisation de votre attention, normalement souhaitable, rend votre esprit si préoccupé qu'il ne trouve pas de meilleures solutions.

De même que l'attention focalisée ne s'avère pas *toujours* positive, certaines habitudes de procrastination, en apparence néfastes, ne sont pas toujours *négatives*. Par exemple, chaque fois que vous dressez une liste de choses à faire, vous pourriez être accusé de remettre à plus tard ce que vous n'avez pas fait figurer en haut de votre liste ! Une forme saine de procrastination consiste à apprendre à *marquer une pause et réfléchir* avant de se jeter à l'eau et d'accomplir quelque chose. En fait, vous apprenez alors à attendre à bon escient. Il y a *toujours* quelque chose à faire. Établir un ordre de priorité vous replace dans le contexte, vous donne une vue d'ensemble, avant de prendre une décision. Et attendre permet parfois à une situation de se résoudre d'elle-même.

Il est essentiel de marquer une pause et de réfléchir pour mettre un terme à la procrastination, mais aussi pour résoudre des problèmes en maths et en sciences. Vous serez peut-être surpris d'apprendre que la différence entre les spécialistes des maths (professeurs et étudiants de troisième cycle) et les débutants (étudiants de premier cycle), quand ils résolvent les problèmes de physique, est que les premiers se montrent plus lents pour *commencer* à résoudre un problème. Ces experts mettent en moyenne 45 secondes pour trouver dans quelle catégorie ils classeraient un problème, en fonction de ses principes physiques sous-jacents. Les étudiants en premier cycle, par contre, se précipitent et ne mettent que 30 secondes pour décider comment ils doivent procéder.

Sans surprise, les conclusions que tirent les étudiants de premier cycle sont souvent fausses, car leurs choix sont basés sur des apparences, plutôt que sur des principes sous-jacents. C'est comme si les spécialistes prenaient leur temps pour conclure que les brocolis sont des légumes et les citrons des fruits, alors que les débutants accouraient pour dire que les brocolis sont des arbustes, et que les citrons sont clairement des œufs. Marquer une pause vous donne le temps d'accéder à votre bibliothèque de chunks, et permet à votre cerveau de relier problème spécifique et perspective globale.

Attendre est également important dans un contexte plus large. Quand vous avez du mal à comprendre un concept particulier, en maths ou en sciences, il

est important de ne pas laisser l'exaspération prendre le dessus et vous amener à rejeter ce concept comme étant trop difficile ou trop abstrait.

Dans son livre intitulé, fort à propos, *Stalling for Time (Gagner du temps)*, Gary Noesner, négociateur du FBI spécialiste des prises d'otages, fait remarquer que nous avons tous à apprendre des réussites et des échecs des négociations dans les affaires de prise d'otages. Au début de telles situations, les émotions se bousculent. Les efforts qui visent à faire avancer les choses rapidement conduisent souvent au désastre. Résister au désir naturel de réagir de façon agressive aux provocations laisse le temps aux molécules responsables des émotions de se dissiper progressivement. Garder ainsi la tête froide permet de sauver des vies.

Les émotions qui vous assaillent en vous disant : « Allez, vas-y, c'est la bonne chose à faire ! » peuvent être trompeuses dans d'autres domaines. Pour choisir une carrière, par exemple, se dire : « Suis ta passion ! » revient à décider d'épouser sa star de cinéma préférée...

L'idée semble formidable jusqu'à ce que la réalité s'impose. La preuve : au cours des dernières décennies, les étudiants qui ont suivi aveuglément leur passion, sans analyser rationnellement leur choix de carrière (pour savoir si ce choix était vraiment sage), se sont montrés *plus* insatisfaits de leur emploi que ceux qui avaient associé passion et rationalité.

Tout cela se rapporte à ma propre vie. Au départ, je n'éprouvais aucune passion pour les maths, et je n'avais ni talent ni compétence dans ce domaine. Mais à cause de considérations rationnelles, j'ai souhaité maîtriser les matières scientifiques. J'ai travaillé *dur* pour y parvenir. Et je savais que travailler dur ne suffirait pas, *je devais également éviter de me fourvoyer*.

Je suis effectivement devenue bonne en maths. Cela m'a ouvert les portes de la science. Et je suis peu à peu devenue bonne en sciences également. Et comme je m'améliorais, la passion est venue.

Nous nous prenons de passion pour les domaines dans lesquels nous sommes bons. L'erreur est de croire que si nous ne sommes pas bons dans un domaine, nous n'éprouvons pas et n'éprouverons jamais de passion pour ce domaine.

Procrastination : la foire aux questions

Je suis tellement dépassé par ma quantité de travail à faire que j'évite d'y penser, et du coup, ma situation ne fait qu'empirer. Que puis-je faire quand je me sens paralysé par l'énormité des tâches qui m'attendent ?

Faites une liste de trois « micro-tâches » que vous pouvez réaliser en quelques minutes. N'oubliez pas que la chance sourit à ceux qui essaient : essayez simplement de vous concentrer sur quelque chose qui en vaut la peine.

Ensuite, fermez les yeux, et dites-vous mentalement que vous n'avez à vous préoccuper de rien d'autre, que vous n'avez pas d'autres soucis que votre première micro-tâche (je ne plaisante pas en vous demandant de « fermer les yeux » : souvenez-vous que cela peut vous aider à vous défaire de vos schémas de pensée précédents).

Vous pouvez faire une partie de Pomodoro avec vous-même : êtes-vous capable d'attaquer les premières pages de tel chapitre en 25 minutes, par exemple ?

Accomplir un grand nombre de tâches difficiles, c'est un peu comme manger un salami : il faut s'y prendre rondelle après rondelle, peu à peu. Applaudissez chacune de vos réussites, même minimes. Vous faites des progrès !

Combien de temps vais-je mettre pour perdre mes habitudes de procrastination ?

Vous percevrez probablement des améliorations tout de suite, mais il faut environ trois mois d'adaptation pour mettre en place de nouvelles habitudes de travail, qui vous plaisent et vous conviennent. Faites preuve de patience et de bon sens : n'essayez pas d'obtenir des changements radicaux immédiatement, ils risqueraient de ne pas durer, ce qui ne ferait que vous décourager davantage.

Mon attention a tendance à être très instable, de sorte que j'ai du mal à rester concentré sur une tâche en cours. Suis-je condamné à la procrastination ?

Bien sûr que non ! Bon nombre de mes étudiants les plus créatifs et les plus performants ont dû surmonter un TDAH (trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité), ou un trouble de l'attention apparenté, à l'aide du type d'outils que j'ai présenté dans ce livre. Vous pouvez faire de même.

Si votre attention se disperse facilement, les outils qui aident à rester concentré sur une tâche spécifique pendant une courte période vous seront particulièrement bénéfiques (des outils comme un agenda-journal, un tableau blanc près de votre porte, un minuteur, et des applications et logiciels de planification et de chronométrage, sur votre smartphone ou votre ordinateur). Tous ces outils peuvent vous aider à transformer vos habitudes, pour que votre zombie de la procrastination se transforme en zombie de la « prise en charge ».

LE POINT DE VUE D'UN ÉTUDIANT SOUFFRANT D'UN TROUBLE DU DÉFICIT DE L'ATTENTION

« En tant qu'étudiant atteint d'un trouble déficitaire de l'attention, je dois lutter quotidiennement contre la procrastination, et, pour moi, la structuration est la seule façon infaillible de l'éviter. Dans mon cas, cela signifie que je dois tout écrire dans mon agenda ou dans un carnet : des indications telles que les dates de remise de mes devoirs, mes horaires de travail, et les moments de détente avec mes amis. Cela signifie aussi que je dois étudier au même endroit tous les jours, et éliminer toutes les distractions potentielles, par exemple en éteignant mon téléphone. Désormais, je fais aussi les choses plus ou moins à la même heure, chaque semaine, mon corps aimant ce qui est structuré et routinier. C'est pour cela que j'ai eu autant de mal, au début, à perdre mes habitudes de procrastination, mais c'est aussi pour cela qu'il m'a été si facile de conserver mes nouvelles habitudes, après m'être forcé à les adopter pendant un mois. »

Weston Jeshurun, étudiant en deuxième année de licence.

Vous avez dit qu'il fallait utiliser la volonté le moins possible pour faire face à la procrastination. Mais ne faut-il pas exercer sa volonté fréquemment pour la renforcer ?

La volonté ressemble beaucoup à un muscle. Vous devez vous servir de vos muscles pour les développer et les renforcer au fil du temps, mais à un instant donné, vos muscles ne disposent que d'une certaine quantité d'énergie. Employer et développer sa volonté est un peu un exercice d'équilibriste. C'est

pourquoi, quand vous essayez de modifier vos habitudes, il est important de ne choisir qu'un seul objectif à la fois s'il est difficile et nécessite de l'autodiscipline.

Je parviens facilement à m'asseoir pour attaquer mon travail scolaire, mais dès que j'ai commencé, je me retrouve à jeter des coups d'œil à Facebook ou à mes courriels. Et sans m'en rendre compte, je mets huit heures à accomplir une tâche qui ne devrait en prendre que trois.

Le minuteur de la technique Pomodoro est l'outil multi-usage idéal pour lutter contre les zombies. Personne n'a jamais dit qu'il fallait être parfait pour vaincre ses habitudes de procrastination. Tout ce que vous devez faire, c'est poursuivre vos efforts afin d'améliorer le processus.

Que dites-vous à un étudiant qui procrastine, mais qui refuse de reconnaître ses torts, et préfère blâmer tout et tout le monde, sauf lui-même ? Ou à l'étudiante qui rate tous ses tests, mais qui pense qu'elle connaît mieux son sujet que ne l'indiquent ses notes ?

Si vous vous retrouvez constamment dans une situation où vous vous dites « Ce n'est pas ma faute », c'est que quelque chose ne va pas. En fin de compte, c'est vous qui êtes maître de votre destin. Si vous n'obtenez pas les notes que vous désirez, vous devez commencer par procéder à des changements, pour améliorer votre situation, au lieu d'accuser les autres.

Au fil des années, un certain nombre d'étudiants m'ont dit qu'ils « connaissaient vraiment bien leur cours ». Ils protestent en disant qu'ils se sont fait recalés parce qu'ils réussissent mal les épreuves en général. Souvent, ce sont les camarades de classe de l'étudiant qui m'expliquent ce qu'il en est vraiment : en fait, l'étudiant en question ne travaille pas, ou peu. C'est triste à dire, mais une confiance excessive en ses propres capacités confine parfois au délire.

Je suis convaincue que c'est en partie pour cette raison que les employeurs aiment embaucher des gens performants en maths et en sciences. Les bonnes notes dans ces disciplines reposent souvent sur des données objectives quant à la capacité d'un étudiant à affronter des sujets difficiles.

Il est utile de le souligner à nouveau : des spécialistes mondiaux, dans toutes sortes de disciplines, expliquent que le chemin qui les a conduits à l'excellence

n'a pas été de tout repos. Ils ont dû trimer, et passer par des étapes rébarbatives et ardues, pour atteindre leur niveau de compétence actuel, grâce auquel ils peuvent donner l'impression de faire tout facilement.

À VOUS DE JOUER !

Entraînez-vous à lutter contre vos zombies

Pensez à un problème que vous avez remis à plus tard. Quel genre de pensées pourrait vous aider à passer à l'acte et à résoudre ce problème ? Par exemple, vous pourriez vous dire : « En fait, ce n'est pas si difficile que ça ; ça deviendra plus facile une fois que je m'y serai mis ; parfois, c'est bien de faire des choses qui ne me plaisent pas ; les récompenses ultérieures en valent la peine. »

EN RÉSUMÉ

La procrastination est un thème si important que ce résumé comporte des point clés tirés de *tous* les chapitres du livre portant sur ce sujet :

- Utilisez un agenda-journal, pour savoir facilement si vous avez atteint vos objectifs, et pour observer ce qui fonctionne ou pas.
- Engagez-vous à suivre certaines routines et à réaliser certaines tâches chaque jour.
- Rédigez, la veille au soir, la liste de vos tâches quotidiennes prévues, pour que votre cerveau ait le temps de s'attarder sur vos objectifs afin d'en assurer le succès ensuite.
- Organisez votre travail en lui donnant la forme d'une série de petits défis à relever. N'oubliez pas de vous accorder (à vous et à vos zombies !) des tas de récompenses. Et prenez le temps de savourer vos instants de bonheur et de triomphe !
- Retardez délibérément la remise des récompenses tant que vous n'avez pas achevé une tâche.
- Faites attention aux signaux qui déclenchent la procrastination.
- Allez dans un nouvel environnement, comme la partie silencieuse d'une bibliothèque, où peu de signaux risquent de déclencher la moindre procrastination.
- Il est toujours possible de rencontrer des obstacles, mais ne prenez pas l'habitude d'attribuer tous vos problèmes à des facteurs extérieurs. Si vous pensez que tous vos ennuis sont toujours la faute de quelqu'un d'autre, il est temps de regarder dans un miroir.
- Faites confiance à votre nouveau système. Vous devez travailler dur pendant les périodes de concentration focalisée, et faire suffisamment confiance à votre système pour qu'une fois venu le moment de vous détendre, vous puissiez vraiment le faire sans vous sentir coupable.
- Prévoyez des solutions de rechange pour les cas où vous continuez de procrastiner. Personne n'est parfait, après tout.
- Mangez votre pain noir en premier.

Bonne expérimentation !

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Quand vous vous coucherez ce soir, essayez de « rappeler » ces idées principales (le moment qui précède l'endormissement semblent être le meilleur pour fixer des idées dans son esprit).

AMÉLIORER VOTRE APPRENTISSAGE

1. Si votre problème est que vous vous déconcentrez facilement, quelles méthodes efficaces peuvent vous aider à éviter la procrastination ?
2. Comment savoir quand la procrastination est utile et quand elle est néfaste ?
3. À quelle occasion avez-vous remarqué que marquer une pause et réfléchir, avant d'aller de l'avant, vous a été bénéfique ?
4. Si vous vous asseyez pour travailler, mais que vous vous retrouvez à gaspiller votre temps, quelles mesures pouvez-vous prendre pour vous remettre rapidement à la tâche ?
5. Réfléchissez à la façon dont vous réagissez face aux échecs. Assumez-vous pleinement le rôle que vous avez joué dans ces revers ? Ou bien vous considérez-vous comme une victime ? Quelle façon de réagir est, à terme, la plus utile ? Pourquoi ?
6. Pourquoi ceux qui ont choisi leur carrière en suivant leur passion, sans contrebalancer leur décision par une analyse rationnelle de leur choix, ont-ils tendance à être moins satisfaits de leur emploi ?

Améliorer votre mémoire

Joshua Foer était un individu « normal ». Mais parfois, les gens « normaux » font des choses très étranges.

Étudiant fraîchement diplômé, il habitait chez ses parents, tout en essayant de devenir journaliste. Il n'avait pas une très bonne mémoire, et oubliait régulièrement des dates importantes, comme celle de l'anniversaire de sa petite amie. Il ne se souvenait pas de l'endroit où il posait ses clés de voiture, et oubliait qu'il avait laissé son dîner dans le four allumé. Dans son travail, il avait beau faire attention, il écrivait encore « s'est » au lieu de « c'est ».

À son grand étonnement, Foer constata que certains individus étaient très différents. Ils se montraient capables de mémoriser l'ordre des cartes d'un jeu mélangé, en trente secondes seulement, ou d'apprendre sans efforts des dizaines de numéros de téléphone, de noms, d'événements, ou de dates. Il suffisait de donner à ces personnes un poème au hasard et, en quelques minutes, ils pouvaient vous le réciter de mémoire.

Foer était jaloux d'eux. Ces formidables champions de la mémoire, se disait-il, devaient posséder un cerveau programmé d'une façon particulière, qui leur permettait de se souvenir facilement d'une quantité prodigieuse d'informations.

Mais ces champions, avec lesquels Foer discutaient, soutenaient que leurs capacités mémorielles étaient autrefois, avant qu'ils se mettent à s'entraîner, parfaitement banales. Aussi improbable que cela puisse paraître, ils affirmaient

que des techniques de visualisation archaïques leur permettaient de mémoriser aussi rapidement et facilement les informations. Foer les entendait dire sans cesse : « N'importe qui peut y arriver. Même toi, tu pourrais y parvenir. »



Le journaliste Josh Foer, alors qu'il se préparait à disputer le championnat des États-Unis de mémoire. Le casque antibruit et le masque percé de trous minuscules l'aident à éviter les distractions, les pires ennemies du champion de mémorisation. Ce qui rappelle avec force qu'il vaut mieux se concentrer sans risquer d'être interrompu quand on veut vraiment fixer une information dans sa mémoire.

Mule volante, image © 2014 Kevin Mendez

Et c'est à la suite de ce défi, au gré d'un scénario des plus improbables, que Foer s'est retrouvé, lui aussi, à fixer un jeu de cartes, en tant que finaliste du

championnat américain de mémoire.

« En tant qu'enseignants, dans notre empressement à inciter les étudiants à former des chunks, plutôt que de mémoriser simplement des informations isolées, nous donnons parfois l'impression que la mémorisation n'est pas importante ("Pourquoi devrais-je mémoriser une équation que je peux chercher sur Internet ?"). Mais la mémorisation d'informations clés est essentielle, car elles constituent les germes du processus créatif du chunking ! La leçon à retenir est que nous devons continuer à jouer mentalement avec les éléments que nous avons mémorisés, afin de former des chunks. »

Forrest Newman, professeur d'astronomie et de physique, Sacramento City College.

Vous souvenez-vous de l'endroit où se trouve votre table de cuisine ? Votre super-mémoire visuo-spatiale

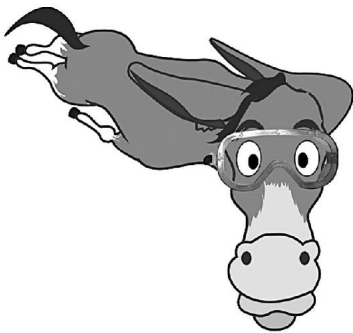
Vous serez peut-être étonné d'apprendre que nous possédons une mémoire visuelle et spatiale exceptionnelle. Quand vous utilisez des techniques qui reposent sur la mémoire visuelle et spatiale, vous ne comptez pas sur la simple répétition pour graver des informations dans votre cerveau. Au contraire, vous employez des méthodes amusantes, marquantes, créatives, qui vous permettent de voir, de ressentir, ou d'entendre plus facilement ce que vous voulez mémoriser. Mieux encore, ces techniques libèrent votre mémoire de travail. En regroupant des éléments d'une manière parfois farfelue, mais qui les rend récupérables du point de vue logique, vous améliorez facilement votre mémoire à long terme. Cela peut réellement vous aider à éliminer le stress lors d'un examen.

Voici ce que je voulais dire au sujet de votre bonne mémoire visuelle et spatiale : si l'on vous demande de faire le tour d'une maison que vous n'avez jamais visitée auparavant, vous vous ferez rapidement une idée de la répartition générale des meubles, de la disposition des pièces, de la palette des couleurs, des produits pharmaceutiques dans le placard de la salle de bain (whaou !).

En quelques minutes seulement, votre esprit reçoit et retient des milliers de nouvelles informations. Même des semaines plus tard, vous gardez à l'esprit bien plus d'informations que si vous aviez consacré le même temps à examiner un mur vierge, par exemple. Votre esprit est prévu pour retenir ces informations générales concernant un lieu.

Les trucs mnémotechniques utilisés par les spécialistes de la mémoire, anciens et modernes, tirent parti de nos exceptionnels dons de mémorisation visuo-spatiale. Nos ancêtres n'avaient jamais besoin d'une vaste mémoire pour retenir des noms ou des chiffres. Mais ils devaient *absolument* avoir une bonne mémoire pour savoir comment rentrer chez eux après être partis pendant trois jours à la chasse, ou pour retrouver l'endroit où se trouvaient des grosses myrtilles sur un coteau rocailleux au sud de leur campement. Cette évolution des besoins a contribué à ancrer des systèmes mnésiques performants, nous permettant de savoir « où se trouvent les choses et à quoi elles ressemblent ».

La force des images marquantes

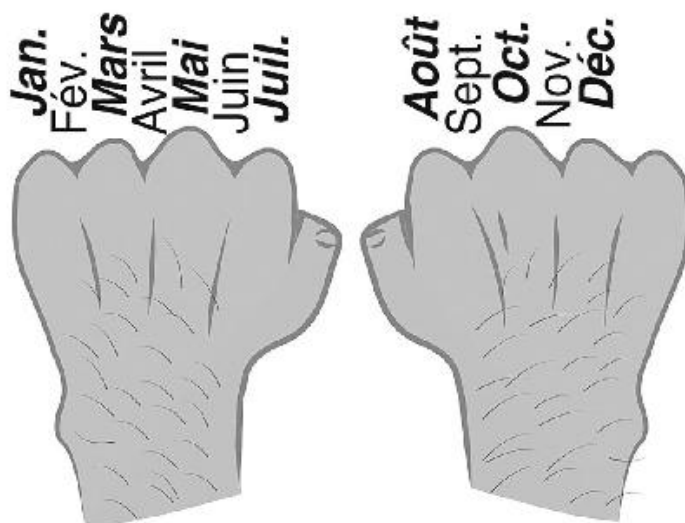


Moyen
mnémotechnique
basé sur les mains,
image © 2014 Kevin
Mendez

Pour commencer à exploiter votre mémoire visuelle, dessinez une image *très* marquante représentant un élément clé dont vous voulez vous souvenir. Par exemple, voici une illustration qui pourrait servir à mémoriser la deuxième loi de Newton : $f = ma$ (il s'agit d'un rapport fondamental entre la *force*, la *masse* et l'*accélération*, que l'homme a quand même mis quelques milliers d'années à trouver). Dans cette formule, la lettre *f* peut aussi signifier *filer comme le vent*, la lettre *m* peut représenter une *mule*, et vous pouvez choisir ce que symbolise la lettre *a*.

Si les images sont aussi importantes pour la mémoire, c'est en partie parce qu'elles se connectent directement aux centres visuo-spatiaux de votre cerveau droit. Une image vous aide à résumer un concept en apparence banal et difficile à mémoriser en faisant appel à des zones visuelles aux plus grandes capacités mnésiques.

Plus vous pouvez créer de « crochets » neuronaux en sollicitant les sens, plus il vous sera facile de rappeler le concept, et ce qu'il signifie. Au lieu de simplement *voir la mule*, vous pouvez aussi *sentir* son odeur, et *ressentir* le vent, comme la mule le ressent. Vous pouvez même *entendre* le sifflement du vent. Plus les images seront amusantes et évocatrices, mieux ce sera.



Voici un système mnésique créatif : les mois correspondant aux jointures des doigts qui sont en saillie comptent 31 jours. Comme un étudiant en calcul le faisait remarquer : « Curieusement, avec cet outil simple, je crois que je n'oublierai jamais quels mois comportent 31 jours, ce qui m'étonne vraiment ! Dix secondes pour retenir quelque chose que j'ai évité d'apprendre pendant vingt ans, parce que je croyais que ce serait trop fastidieux à mémoriser par la répétition. »

Palais de la mémoire, image © 2014 Kevin Mendez

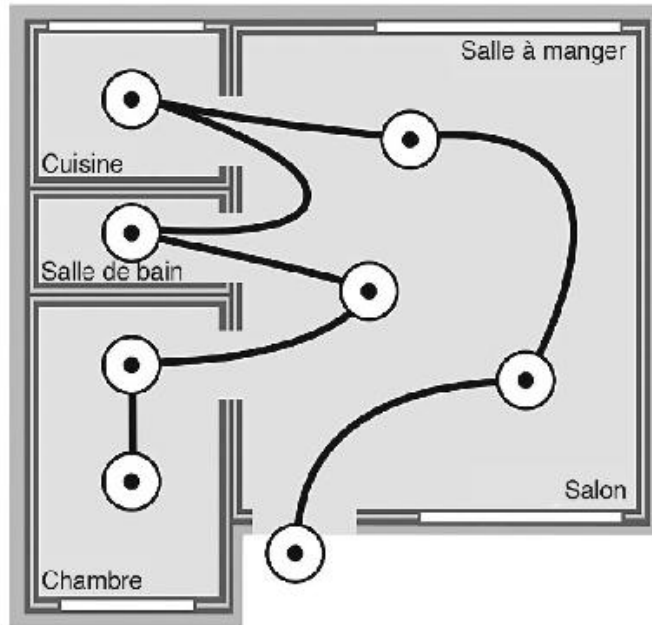
La technique du palais de la mémoire

La technique du palais de la mémoire consiste à penser à un endroit familier, comme votre domicile, tel qu'il est aménagé, et à l'utiliser comme une sorte de bloc-notes virtuel, où vous pouvez déposer les images-concepts dont vous voulez vous souvenir. Il vous suffit de penser à un lieu familier : votre appartement, le trajet jusqu'à votre école, ou votre restaurant préféré. Et voilà !

En un clin d'œil, par le pouvoir de l'imagination, cet endroit devient le palais de la mémoire que vous allez utiliser comme bloc-notes.

Cette technique est utile pour se souvenir d'éléments qui n'ont aucun rapport entre eux, comme une liste de courses (lait, pain, œufs, etc.). Pour l'utiliser, vous pouvez par exemple imaginer une énorme bouteille de lait qui bloque votre porte d'entrée, du pain posé sur le canapé, et un œuf cassé qui dégouline de la table basse. En d'autres termes, vous devez vous imaginer en train de parcourir un lieu que vous connaissez bien, associé à des images marquantes de ce que vous voulez mémoriser.

Disons que vous voulez vous souvenir de l'échelle de dureté des minéraux, qui va de 1 à 10 (talc = 1, gypse = 2, calcite = 3, fluorine = 4, apatite = 5, orthose = 6, quartz = 7, topaze = 8, corindon = 9, diamant = 10). Vous pouvez trouver une phrase mnémotechnique comme « Trois Gros Caïmans Farfelus Aiment Ouvrir Quand Tes Clés Disparaissent » (chaque majuscule correspondant à la première lettre du nom d'un minéral), mais le problème est qu'il se révèle assez difficile de se souvenir de ce genre de phrases. Par contre, si vous vous dites qu'il y a devant votre porte d'entrée trois gros caïmans, qui sont farfelus et aiment vous ouvrir la porte... Vous voyez où je veux en venir. Quel que soit le domaine que vous étudiez, finance, économie, chimie, ou autre, vous pouvez utiliser la même méthode.



Parcourez votre palais de la mémoire en y déposant vos images marquantes. C'est une façon efficace de mémoriser une liste (comme les 5 éléments d'une histoire, ou les 7 étapes de la méthode scientifique).

Sheryl Sorby, photo de Brockit, Inc., avec l'aimable autorisation de Sheryl Sorby

La première fois que vous l'utiliserez, cette technique apparaîtra peut-être fastidieuse. Il faut un peu de temps pour imaginer une image mentale solide. Mais plus vous emploierez cette méthode, plus vous deviendrez rapide. Une étude a montré qu'une personne qui utilisait la technique du palais de la mémoire pouvait se souvenir de plus de 95 % d'une liste comportant de 40 à 50 éléments, après seulement une ou deux « promenades » mentales d'entraînement, les éléments étant répartis sur le campus de l'université locale. En utilisant notre esprit de cette façon, la mémorisation devient un formidable exercice créatif, qui permet de créer simultanément des crochets neuronaux favorisant encore davantage la créativité. Que demander de plus ? En fait, la technique du palais de la mémoire présente un défaut : comme elle fait appel à votre système visuo-spatial, vous devez éviter de l'utiliser en même temps que vous accomplissez certaines tâches spatiales (quand vous conduisez, par exemple), car toute distraction pourrait alors devenir dangereuse.

À VOUS DE JOUER !

Faites appel au palais de la mémoire

Tracey Magrann, professeur d'anatomie renommée, applique la technique du palais de la mémoire à l'apprentissage des cinq couches de l'épiderme :

« L'épiderme comporte cinq couches. De la couche profonde à la couche superficielle, il y a le *stratum basale*, le *stratum spinosum*, le *stratum granulosum*, le *stratum lucidum* et le *stratum corneum*. Pour savoir laquelle est la plus profonde, visualisez votre cave, qui se trouve à la *base* de votre maison, c'est le *stratum basale*. Pour aller de la base de la maison (couche la plus profonde) à son toit (couche superficielle), montez l'escalier de la cave... en faisant attention, car les marches sont couvertes d'épines (*stratum spinosum*). L'escalier mène à la cuisine, où quelqu'un a renversé du sucre *granulé* sur le sol (*stratum granulosum*). Ensuite, vous montez à l'étage, et vous faites une halte pour mettre de la crème solaire, avant de monter sur le toit. Le *stratum lucidum* est comme une couche de crème solaire, car il vous protège du rayonnement ultraviolet, mais il n'est présent que sur les paumes des mains et les plantes des pieds (donc vous devez imaginer que vous appliquez la crème sur vos mains et vos pieds). Maintenant, vous pouvez aller sur le toit, et déguster un délicieux *cornet* de glace (*stratum corneum*). »

Pouvez-vous trouver une façon d'utiliser le palais de la mémoire dans vos études ?

Les chansons qui vous aident à fixer des idées dans votre esprit sont liées à la technique du palais de la mémoire, dans la mesure où elles aussi font plutôt appel à l'hémisphère droit de votre cerveau. Certains airs vous aideront à retenir la formule quadratique, ou les formules de calcul du volume pour les figures géométriques, et de nombreuses autres équations. Faites une recherche sur Internet avec les mots clés « formule quadratique » et « chanson », par exemple, ou créez votre propre chanson.

De nombreuses comptines font appel à des gestes, qui accompagnent la chanson pour aider à ancrer les paroles dans la mémoire (pensez à « Mon petit lapin a bien du chagrin »). En faisant des gestes évocateurs (ou en sautant, dansant, etc.), on propose encore plus de crochets neuronaux pour accrocher les idées dans la mémoire, car le mouvement produit des sensations, qui deviennent des éléments du souvenir.

Ces techniques ne s'appliquent pas seulement aux équations, aux concepts, ou aux listes de courses, mais sont utiles dans bien d'autres domaines. Même les discours et les exposés, qui sont parfois des expériences terrifiantes,

deviennent bien plus faciles quand vous vous rendez compte que des images marquantes aident les concepts clés dont vous voulez parler à rester dans votre mémoire. Il vous suffit de lier les idées essentielles que vous voulez évoquer aux images marquantes.

Regardez sur YouTube l'excellente conférence TED de Joshua Foer pour assister à une démonstration de la technique du palais de la mémoire, appliquée à la mémorisation d'un discours. Si vous voulez savoir comment appliquer ces idées directement à la mémorisation de formules, allez sur le site web SkillsToolbox.com, vous y trouverez une liste d'illustrations faciles à retenir pour les symboles mathématiques (par exemple, le signe de division / est un toboggan pour enfant).

Les aide-mémoires, qu'il s'agisse d'images marquantes, de chansons accrocheuses, ou de palais mentaux, sont utiles, car ils vous aident à vous concentrer et à être attentif quand votre esprit préférerait s'éclipser et faire autre chose. Ils rappellent que le *sens* est primordial pour se souvenir de quelque chose, même si la signification initiale est farfelue. Bref, ces techniques de mémorisation vous incitent à rendre significatif, marquant, et amusant tout ce que vous apprenez.

LES JINGLES QUI RAFRAÎCHISSENT LA MÉMOIRE

« Dans mon cours de chimie, en seconde, on nous a appris le nombre d'Avogadro – $6,02214 \times 10^{23}$ – et personne ne parvenait à s'en souvenir. Alors l'un de mes camarades a composé une chanson, en utilisant un air emprunté à une publicité. De sorte qu'aujourd'hui, trente ans plus tard, j'ai beau être un étudiant plus âgé, je me souviens encore du nombre d'Avogadro à cause de cette chanson. »

Malcolm Whitehouse, étudiant de troisième année, génie informatique.

LES ASTUCES DE MÉMORISATION DU PROFESSEUR TRACEY

« Faire les cent pas, et même prendre un en-cas, peut être utile avant de mémoriser des informations, car le cerveau utilise beaucoup d'énergie durant cette activité mentale. Il est également important d'utiliser diverses zones du cerveau lors d'un apprentissage. Nous faisons appel au cortex visuel du cerveau pour nous souvenir de ce que nous voyons, du cortex auditif pour ce que nous entendons, du cortex somatosensoriel pour ce que nous touchons, et du cortex moteur pour ce que nous saisissons et déplaçons. En utilisant un plus grand nombre de zones du cerveau quand nous apprenons, nous développons des schémas mnésiques plus puissants, en tissant un réseau plus dense, qui est moins susceptible d'être oublié malgré le stress d'un examen. Ainsi, en laboratoire d'anatomie, les étudiants devraient saisir les modèles anatomiques, fermer les yeux, en toucher chaque partie, et dire le nom de tous les éléments à voix haute. Vous pouvez laisser de côté l'olfaction et le goût... il faut bien mettre une limite quelque part ! »

Tracey Magrann, professeur de sciences biologiques, Saddleback College

EN RÉSUMÉ

- La technique du palais de la mémoire, qui consiste à placer des pense-bêtes marquants dans un décor familier, permet de faire appel à la puissance de la mémoire visuelle.
- Apprendre à utiliser votre mémoire de manière plus disciplinée, mais créative, vous aide à focaliser votre attention ; même si vous créez des connexions diffuses insolites, elles renforcent les souvenirs.
- En mémorisant des informations que vous *comprenez*, vous pouvez les intérioriser d'une manière profonde. Et vous renforcez la bibliothèque mentale dont vous avez besoin pour devenir véritablement maître de cette information.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Demain, en vous levant et en entamant votre routine quotidienne du matin, vérifiez dans quelle mesure vous parvenez à vous souvenir de ces idées essentielles.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Décrivez une image que vous pourriez utiliser pour vous souvenir d'une équation importante.
2. Dressez une liste comportant au moins quatre idées ou concepts clés, tirés de l'un de vos cours. Décrivez comment vous pourriez encoder ces idées ou concepts sous forme d'images marquantes, et expliquez où vous les déposeriez dans votre palais de la mémoire. (Pour épargner vos enseignants, censurez vos images les plus marquantes ! Comme une actrice britannique pleine d'esprit l'a dit un jour : « Je me fiche de ce qu'ils font, tant qu'ils n'effraient pas les chevaux en le faisant dans la rue. »)
3. Expliquez la technique du palais de la mémoire d'une façon que même votre grand-mère pourrait comprendre.

L'INTELLIGENCE SPATIALE PEUT S'ACQUÉRIR, SELON SHERYL SORBY, UNE PROFESSEUR EN INGÉNIERIE VISIONNAIRE



Singes formant un anneau, tiré de *Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft* (1886), p. 3536 ; anneau benzénique, © Wikimedia commons

Sheryl Sorby est ingénieur. Elle a été récompensée par de nombreux prix. Ses recherches portent, entre autres, sur l'infographie en 3D destinée à visualiser des comportements complexes. Elle raconte ici son histoire.

« Bon nombre de gens croient, à tort, que l'intelligence spatiale est une donnée fixe : on l'a ou pas. Je suis ici pour dire haut et fort que ce n'est pas le cas. En fait, je suis même la preuve vivante que l'on peut développer ses capacités spatiales par l'apprentissage. J'ai bien failli abandonner la profession que j'avais choisie, celle d'ingénieur, parce que mes compétences spatiales étaient peu développées. Mais j'ai énormément travaillé, je me suis améliorée, et j'ai passé mon diplôme avec succès. Comme mes aptitudes spatiales m'avaient gênée quand j'étais étudiante, j'ai ensuite consacré ma carrière à aider des étudiants à se développer dans ce domaine. Pratiquement tous les étudiants avec lesquels j'ai travaillé ont été capables de s'améliorer par la pratique.

L'intelligence humaine prend de nombreuses formes : musicale, mathématique... Une forme importante est celle qui correspond à la réflexion dans l'espace. Les individus dotés d'une grande intelligence spatiale peuvent imaginer à quoi vont

ressembler des objets observés d'un point de vue différent, ou après avoir subi une rotation, ou une coupe transversale. Dans certains cas, l'intelligence spatiale peut être la capacité à trouver le chemin qu'il faut emprunter pour aller d'un endroit à un autre, armé uniquement d'une carte.

On a montré que la capacité à penser en termes spatiaux était importante pour réussir dans des domaines tels que le génie, l'architecture, l'informatique, et de nombreuses autres disciplines. Prenez le travail des contrôleurs aériens, qui doivent imaginer la trajectoire de vol de plusieurs avions à un moment donné, en veillant à ce que ces trajectoires ne se croisent pas. Imaginez également les aptitudes spatiales nécessaires à un mécanicien pour remonter les pièces d'un moteur. Des recherches récentes relient l'intelligence spatiale à la créativité et à l'innovation. En d'autres termes, plus vous êtes doué pour la réflexion spatiale, plus vous serez créatif et innovant !

On a trouvé que si certains étudiants avaient de faibles aptitudes spatiales, c'était probablement parce qu'ils n'avaient pas eu assez souvent l'occasion de développer ces aptitudes dans leur enfance. Les enfants qui ont passé du temps à démonter des objets et à les reconstruire ont en général de bonnes aptitudes spatiales. Ceux

qui ont pratiqué certains sports sont également dans ce cas. Prenez le basketball, par exemple. Les joueurs doivent imaginer la courbe que le ballon doit suivre pour finir dans le panier, à partir de n'importe quel point du terrain.

Cependant, même si quelqu'un n'a pas fait ce genre d'exercices dans son enfance, il n'est pas trop tard. On peut développer ses aptitudes spatiales même à l'âge adulte. Il suffit de s'entraîner et de faire preuve de patience.

Que pouvez-vous faire ? Essayez de dessiner avec précision un objet, puis essayez de le dessiner sous un angle de vue différent. Jouez à des jeux sur ordinateur en 3D. Assemblez des puzzles en 3D (vous devrez peut-être commencer par des puzzles en 2D !). Rangez votre GPS, et naviguez plutôt à l'aide d'une carte. Et surtout, ne vous découragez pas, continuez à travailler en allant de l'avant ! »

Autres astuces concernant la mémoire

Créez des métaphores ou des analogies visuelles évocatrices

L'une des meilleures façons de mémoriser, mais aussi de comprendre les concepts en maths et en sciences, consiste à inventer des métaphores ou des analogies qui correspondent à ces concepts. Souvent, plus ces métaphores ou analogies seront visuelles, mieux cela vaudra.

Une métaphore revient simplement à établir une ressemblance quelconque entre deux objets. Des images simples, comme la description de la Syrie, par un professeur de géographie, sous la forme d'un bol rempli de céréales, et de la Jordanie sous la forme d'une basket Air Jordan, peuvent rester dans l'esprit d'un étudiant pendant des décennies.

Si vous étudiez l'électricité, par exemple, il peut être utile de visualiser le courant électrique comme de l'eau. De même, la tension électrique peut être assimilée à la pression exercée par un liquide. La tension aide à pousser le courant électrique là où vous voulez qu'il aille, exactement comme une pompe fait appel à la pression pour pousser l'eau. Quand vous parvenez à un niveau de compréhension plus élaboré de l'électricité (ou de tout autre sujet sur lequel vous travaillez), vous pouvez modifier vos métaphores, ou vous en débarrasser et en créer de plus pertinentes.

Si vous essayez de comprendre le concept des limites en calcul, vous pouvez visualiser un coureur, qui se dirige vers une ligne d'arrivée. Plus le coureur se rapproche de l'arrivée, plus il court lentement. Imaginez un plan filmé au ralenti, dans lequel le coureur ne parvient jamais vraiment à atteindre le ruban final, de la même façon que nous ne pouvons pas tout à fait atteindre la limite proprement dite.

Entre parenthèses, le petit livre de Silvanus Thompson, *Calculus Made Easy*, a aidé des générations d'étudiants à maîtriser ce sujet. Les manuels se focalisent parfois tellement sur les détails que l'on en perd de vue l'essentiel : les concepts généraux. Les petits livres comme ce *Calculus Made Easy* valent la peine d'être feuilletés, car ils nous aident à nous concentrer de façon simple sur les questions les plus importantes.

Il est souvent utile de faire comme si *vous* étiez le concept que vous essayez de comprendre. Chaussez les pantoufles chaudes et confortables d'un électron quand il se fraie un chemin à travers un bloc de cuivre, ou bien mettez-vous dans la peau du x d'une équation algébrique, et ressentez ce qu'il ressent quand il sort la tête du terrier de lapin (évittez juste de vous faire tirer dessus par un « divisez par zéro » accidentel).

CLAIR DE LUNE ET RÊVES SCOLAIRES

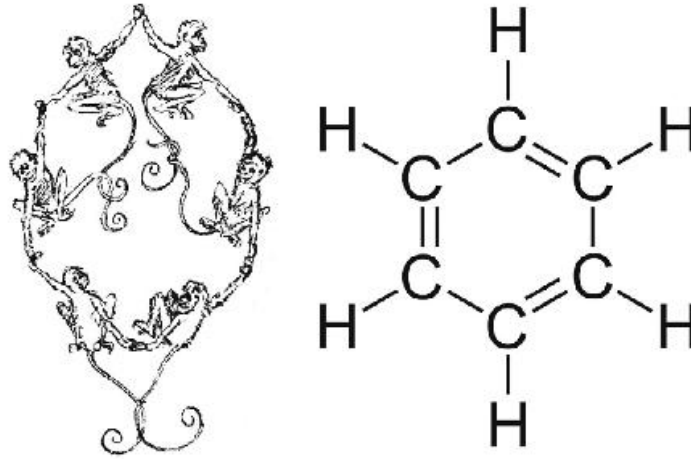
« Je révise toujours avant d'aller me coucher. Pour une raison qui m'échappe, je rêve en général de la matière que je viens d'étudier. La plupart du temps, ces rêves scolaires sont assez étranges, mais utiles. Par exemple, quand je suivais un cours de recherche opérationnelle, je rêvais ensuite que je faisais des allers-retours en courant entre des points, mimant ainsi l'algorithme de recherche du plus court chemin. Les gens se disent que je suis fou, mais je trouve ça formidable. Cela signifie que je ne suis pas obligé d'étudier autant que les autres ! Je crois que ces rêves indiquent que je forme inconsciemment des métaphores. »

Anthony Sciuto, étudiant de troisième année, génie industriel et des systèmes.

En chimie, comparez un cation (c'est-à-dire un ion positif) à un camion rempli de cadeaux, par exemple, ce qui est très positif ; et un anion (un ion négatif), à un oignon, qui est négatif puisqu'il vous fait pleurer.

Les métaphores ne sont jamais parfaites. Mais *tous* les modèles scientifiques ne sont finalement que des métaphores, ce qui signifie qu'ils finissent aussi par s'écrouler à un certain stade. Peu importe, les métaphores (et les modèles !) ont une énorme importance, car ils permettent une compréhension physique de l'idée centrale qui se trouve derrière le processus ou le concept mathématique ou scientifique que vous essayez de saisir. Curieusement, les métaphores et les analogies sont également utiles pour nous faire sortir de l'*Einstellung* (le blocage qui survient quand on aborde mal un problème). Ainsi, le simple récit d'une histoire de soldats qui attaquent une forteresse sous tous les angles à la fois peut très bien inspirer la créativité des étudiants et les aider à deviner combien de rayons de faible intensité peuvent être employés efficacement pour détruire une tumeur cancéreuse.

Les métaphores contribuent également à fixer les idées dans votre esprit, car elles établissent une connexion avec des structures neuronales qui sont déjà là. C'est comme si vous recopiez un schéma avec du papier calque : les métaphores vous aident au moins à vous faire une idée de ce qui se passe. Si vous ne parvenez pas à trouver une métaphore, prenez simplement un crayon ou un stylo, et une feuille de papier. Que ce soit à l'aide de mots ou de dessins, vous serez surpris de voir tout ce que peut vous apporter le simple fait de griffonner pendant une minute ou deux.



Vampires métaboliques, image © 2014 Kevin Mendez

Les métaphores et la visualisation, c'est-à-dire la capacité de se représenter, de « voir » quelque chose mentalement, ont eu un effet positif unique sur le monde des sciences et du génie. Dans les années 1880, par exemple, quand les chimistes se sont mis à imaginer et à visualiser le monde miniature des molécules, des progrès spectaculaires ont été accomplis. Voici une charmante illustration montrant des singes qui forment un anneau benzénique, tirée d'une parodie (pour les initiés) sur la vie universitaire des chimistes allemands, imprimée en 1886. Notez les liaisons simples (par les mains des singes) et les doubles liaisons (par les mains et les petites queues).

La répétition espacée pour fixer des idées dans la mémoire

Focaliser votre attention vous permet de déposer quelque chose dans votre mémoire de travail temporaire. Mais pour que ce « quelque chose » passe de la mémoire de travail à la mémoire à long terme, il faut réunir deux conditions : l'idée doit être marquante (*Elle File dans le vent, la Mule, comme un Avion : $f = ma$*), et elle doit être répétée. Sinon, vos processus métaboliques naturels, tels de minuscules vampires, sucent le sang des schémas de connexion mal définis, qui commencent seulement à se former, et ceux-ci disparaissent.

Cette élimination vampirique des schémas peu marqués est en fait une bonne chose. Une grande partie de ce qui se passe autour de vous est sans importance, et si vous vous souveniez de tout, vous finiriez, comme ces gens qui entassent de façon compulsive, par être enseveli sous une montagne de souvenirs inutiles.



Si vous ne mettez pas un point d'honneur à répéter ce que vous voulez mémoriser, vos « vampires métaboliques » suceront le sang du schéma neuronal lié à ce souvenir, avant que le schéma puisse se renforcer et se consolider.

Jonathon Strong, avec l'aimable autorisation de Jonathon Strong

La répétition est importante. Même quand vous créez un élément marquant, la répétition contribue à fixer fermement cet élément dans la mémoire à long terme. Combien de fois devez-vous répéter quelque chose ? Combien de temps devez-vous attendre entre les répétitions ? Et pouvez-vous rendre le processus des répétitions plus efficace ?

Des études nous donnent des réponses utiles. Prenons un exemple pratique : disons que vous voulez vous souvenir d'informations liées au concept de *densité*, en l'occurrence que la densité est représentée par un curieux symbole, ρ , prononcé « rhô », et qu'elle est mesurée en unités standards de « kilogrammes par mètre cube ».

Comment fixer cette information facilement et efficacement dans la mémoire ? (Vous savez maintenant que placer des petits chunks d'informations comme celle-ci dans votre mémoire à long terme vous aide à acquérir progressivement une compréhension globale d'un sujet.)

Vous pouvez prendre une fiche, écrire ρ d'un côté, et le reste des informations de l'autre. Écrire semble aider à encoder plus profondément (c'est-à-dire à convertir en structures de la mémoire neuronale) ce que vous voulez apprendre. Quand vous écrivez « kilogrammes par mètre cube », vous pouvez imaginer un kilogramme inquiétant (quelle masse !), caché dans une grosse valise, un bagage de forme cubique, qui mesure un mètre sur chaque côté. Plus vous transformerez ce que vous essayez de mémoriser en quelque chose de marquant, plus il vous sera facile de vous en souvenir. Il faudra dire le mot, et son sens, à voix haute, pour commencer à apposer des « crochets » auditifs sur le sujet.

Ensuite, regardez le côté de la fiche qui porte l'inscription ρ , et essayez de vous souvenir de ce qui est inscrit au verso de cette fiche. Si vous n'y parvenez pas, retournez la fiche et révisez ce que vous êtes censé savoir. Si vous réussissez, mettez la carte de côté.

Puis faites autre chose : vous pouvez, par exemple, préparer une autre carte, et vous tester avec celle-ci. Quand vous avez réuni plusieurs cartes, essayez de les parcourir toutes, pour voir si vous parvenez à vous en souvenir (cela vous permet d'ajouter un *entrelacement* dans votre apprentissage). Ne soyez pas étonné si vous éprouvez des difficultés.

Quand vous vous êtes bien servi de vos cartes, mettez-les de côté. Attendez, et ressortez-les avant d'aller vous coucher. N'oubliez pas que pendant que vous dormez, votre esprit répète des schémas et reconstitue des solutions.

Répétez brièvement ce que vous voulez mémoriser pendant plusieurs jours, par exemple quelques minutes chaque matin ou chaque soir, en changeant parfois l'ordre de vos cartes. Progressivement, augmentez le délai entre les répétitions, tandis que les informations se consolident dans votre esprit. En augmentant le délai quand vous sentez que vous commencez à maîtriser votre sujet, vous fixerez ce sujet plus solidement dans votre esprit (les bons systèmes de cartes mémoires, comme Anki, ont des algorithmes intégrés permettant des espacements qui vont de quelques jours à plusieurs mois).

Curieusement, l'une des meilleures façons de se souvenir du nom des gens consiste simplement à essayer de récupérer ces informations dans la mémoire à des intervalles de temps croissants, après avoir appris les noms pour la première fois. Les informations que vous ne révisez pas sont plus facilement ignorées ou oubliées. Vos vampires métaboliques sucent le sang des liens menant aux souvenirs. Aussi vaut-il mieux faire attention à ce que vous décidez de négliger quand vous révisez avant un examen : votre souvenir des informations liées, mais non révisées, peut se dégrader.

LA RÉPÉTITION ESPACÉE EST UTILE AUX ÉTUDIANTS COMME AUX PROFESSEURS !

« Je conseille à mes étudiants de pratiquer la répétition espacée au fil des jours et des semaines, non seulement dans mes cours analytiques, mais aussi dans mon cours d'histoire de l'ingénierie antique. Quand on mémorise des noms et des termes étranges, il vaut toujours mieux s'entraîner pendant plusieurs jours. D'ailleurs, c'est exactement ce que je fais quand je prépare un cours magistral : je répète les termes à haute voix pendant plusieurs jours, pour pouvoir les prononcer facilement quand je les utilise en cours. »

Fabian Hadipriono Tan, professeur de génie civil, The Ohio State University.

À VOUS DE JOUER !

Trouvez une métaphore qui vous aide à apprendre

Pensez à un concept que vous êtes en train de mémoriser. Y a-t-il un processus ou une idée, dans un domaine complètement différent, qui ressemblent à ce que vous étudiez, d'une façon ou d'une autre ? Essayez de trouver une métaphore pertinente (vous gagnez des points supplémentaires si cette métaphore a également un grain de folie).

Créer des groupes pertinents

Un autre facteur clé de la mémorisation est qu'il faut créer des groupes pertinents, qui simplifient les informations. Disons, par exemple, que vous voulez vous souvenir des quatre végétaux qui repoussent les vampires : la rose,

l'ail, la moutarde et l'aubépine. Les premières lettres de ces noms donnent le mot RAMA, donc il vous suffit de vous souvenir de l'image d'une statuette représentant le puissant dieu de l'Inde antique Rama (récupérez cette statuette dans le salon de votre palais de la mémoire, et vous êtes paré).

Il est bien plus facile de se souvenir des chiffres en les associant à des événements marquants. L'année 1965 est peut-être l'année de naissance de l'un de vos proches, par exemple. Ou bien vous pouvez associer des chiffres à un système numérique qui vous est déjà familier. Par exemple, 11 secondes est un bon temps quand on court le 10 mètres. Ou 75 est peut-être le nombre de mailles nécessaires sur une aiguille pour tricoter vos bonnets de ski préférés. Personnellement, j'aime associer les chiffres à ce que je ressentais, ou ressentirai, à un âge donné. Le chiffre 18 par exemple est facile : c'est l'âge auquel je suis devenue indépendante. Et à l'âge de 104 ans, je serai une arrière-grand-mère âgée, mais heureuse !

De nombreuses disciplines utilisent déjà des phrases marquantes pour aider les étudiants à mémoriser des concepts. La première lettre de chaque mot de la phrase est alors également la première lettre des mots sur une liste qui doit être mémorisée.

La médecine, par exemple, fait appel à d'innombrables phrases mnémotechniques marquantes, dont les moins indécentes sont : « Le scarabée à lunettes trie ses pièces, tout tas est un capital amassé » (pour mémoriser le nom des 8 os du carpe de la main), et : « Ola ! Ophélie au cul trop triste a fait vachement glousser Victor à l'hippodrome » (pour les nerfs crâniens).

Autre exemple, la structure avec accroissement par dix du système décimal : « Karen houspille Daniel uniquement dans certaines manifestations ». Autrement dit : kilo = 1000 ; hecto = 100 ; déca = 10 ; le « U » de « uniquement » représente 1 (un) ; déci = 0,1 ; centi = 0,01 ; milli = 0,001.

Ce type d'astuce se révèle toujours utile. Si vous voulez mémoriser des informations très couramment utilisées, faites des recherches sur Internet, pour voir si quelqu'un n'aurait pas déjà trouvé un moyen mnémotechnique particulièrement évocateur. Sinon, essayez de trouver votre propre solution.

ATTENTION : NE CONFONDEZ PAS LES TRUCS MNÉMOTECHNIQUES ET LES CONNAISSANCES ELLES-MÊMES

« En chimie, nous utilisons, par exemple, la phrase mnémotechnique : “Scandale ! Tina Vous Criez Moyennement. Faites Comme Nina, Culbutez Zitrone !”, qui représente la quatrième ligne du tableau périodique des éléments, avec les métaux de transition (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn). Ensuite, on peut placer les autres métaux de transition, dans un tableau vierge, à l’aide de trucs mnémotechniques différents. Par exemple, les étudiants pensent à placer Ag (argent) et Au (or) dans le même groupe vertical que Cu (cuivre), puisque le cuivre, l’argent et l’or servent tous à fabriquer des pièces de monnaie.

Malheureusement, certains étudiants finissent par se dire que c’est vraiment pour cette raison que ces métaux se trouvent dans la même colonne verticale, parce que l’on s’en sert pour faire des pièces. La véritable raison est en fait liée à des similarités dans leurs propriétés chimiques et leurs valences.

Cela illustre la façon dont les étudiants confondent parfois un moyen mnémotechnique et la connaissance proprement dite. Méfiez-vous toujours de ne pas mélanger la réalité et la métaphore que vous utilisez pour faciliter la mémorisation. »

William Pietro, professeur de chimie, York University, Toronto, Ontario.

Inventez des histoires

Vous aurez remarqué que les groupes mentionnés précédemment produisent souvent du sens par le biais d’une histoire, même quand cette dernière est courte. Ce pauvre Daniel est parfois houspillé par Karen ! De façon générale, raconter des histoires est depuis longtemps un moyen très important de comprendre et de retenir des informations.

Le professeur Vera Pavri, historienne des sciences et de la technologie à l’université de York, dit à ses étudiants de ne pas considérer leurs cours comme des cours, mais comme des histoires, avec une intrigue, et des personnages, dont les discussions ont un objectif global. Les meilleurs cours de maths et de sciences se présentent souvent comme des thrillers, qui commencent par un problème intrigant, que vous devez *absolument* résoudre. Si votre enseignant ou votre manuel ne présentent pas les sujets sous la forme d’une question à laquelle vous avez envie de trouver une réponse, essayez de trouver cette

question vous-même, et puis d'y répondre. Et ne perdez jamais de vue l'importance des histoires quand vous inventez des trucs mnémotechniques.

PRENEZ LA PLUME !

« Ce sur quoi j'insiste le plus quand des étudiants viennent me voir, c'est qu'il y a un lien direct entre notre main et notre cerveau, et que l'acte même de réécrire et d'organiser nos notes est essentiel pour décomposer de grandes quantités d'informations en petits morceaux faciles à digérer. Nombre de mes étudiants préfèrent taper leurs notes dans un document Word, et quand ces étudiants connaissent des difficultés, le premier conseil que je leur donne est de cesser de dactylographier, et de se mettre à écrire à la main. Dans tous les cas, ils ont de meilleurs résultats par la suite. »

Docteur Jason Dechant, directeur de stage, promotion
et développement de la santé, école de sciences infirmières, université
de Pittsburgh.

Mémoire musculaire

Nous avons déjà vu que rédiger une fiche à la main semblait contribuer à fixer les idées dans la mémoire. Bien qu'il y ait peu de recherches effectuées dans ce domaine, de nombreux enseignants ont observé qu'une mémoire musculaire était apparemment liée au fait d'écrire à la main. Ainsi, quand vous regardez une équation pour la première fois, celle-ci peut sembler n'avoir aucun sens. Mais si vous écrivez avec soin l'équation plusieurs fois sur une feuille, vous serez étonné de constater que cette équation commence à s'animer et à prendre du sens dans votre esprit.

Dans la même veine, certains étudiants constatent que lire à voix haute des problèmes, ou des formules, les aide à mieux comprendre. Mais méfiez-vous des exercices consistant à écrire cent fois à la main une équation. Les premières fois sont peut-être utiles, mais au bout d'un moment, cela devient un simple exercice machinal. Vous pouvez mieux employer votre temps !

PARLEZ-VOUS À VOUS-MÊME

« Je conseille souvent à mes étudiants de se parler à eux-mêmes, au lieu de se contenter de souligner et de relire. Ils me regardent avec étonnement, comme si j'étais complètement folle (ce qui est peut-être vrai). Mais bon nombre de ces étudiants reviennent ensuite me voir, pour me dire que cette méthode marche vraiment, et qu'ils en ont fait l'un de leurs outils d'apprentissage. »

Dina Miyoshi, professeur adjoint de psychologie, San Diego Mesa College.

La « véritable » mémoire musculaire

Si vous voulez *vraiment* stimuler votre mémoire et votre capacité générale d'apprentissage, il semble que l'une des meilleures façons d'y parvenir est de faire de l'exercice.

Plusieurs expériences récentes, menées sur l'animal et sur l'homme, ont montré que faire régulièrement de l'exercice améliorerait de façon substantielle la mémoire et les capacités d'apprentissage. Faire de l'exercice, semble-t-il, permet de créer de nouveaux neurones dans des zones liées à la mémoire. Faire de l'exercice ouvre également de nouvelles voies de signalisation. Il semble que certains types d'exercice, comme la course et la marche, par opposition à l'entraînement de force, aient des effets moléculaires aux différences subtiles. Par contre, les exercices d'aérobic et de résistance produisent des résultats aussi puissants les uns que les autres sur l'apprentissage et la mémoire.

Les moyens mnémotechniques vous aident à devenir un expert plus rapidement

Voici ce qu'il faut retenir. En utilisant des images mentales à la place des mots pour vous souvenir d'informations, vous pouvez acquérir plus facilement un statut d'expert. En d'autres termes, *apprendre à traiter des idées visuellement en maths et en sciences est une façon efficace de maîtriser un sujet*. Et l'emploi

d'autres trucs mnémotechniques peut améliorer grandement votre capacité à apprendre et à retenir des informations.

Les puristes diront peut-être que recourir à des subterfuges de mémorisation farfelus n'est pas vraiment apprendre. Mais des recherches montrent que les étudiants qui emploient ces moyens mnémotechniques se montrent plus performants que les autres. En outre, des recherches en imagerie portant sur la façon dont on devient un expert montrent que de tels outils mnésiques accélèrent l'acquisition des modèles des chunks et de la vue d'ensemble, ce qui contribue à transformer les novices, comme les demi-experts, bien plus rapidement, même en l'espace de quelques semaines. Les trucs mnémotechniques permettent de développer la mémoire de travail, tout en facilitant l'accès à la mémoire à long terme.

Par ailleurs, le processus de mémorisation lui-même devient un exercice de créativité. Plus vous mémorisez d'informations à l'aide de ces techniques novatrices, plus vous devenez créatif. La raison en est que vous créez très tôt des solutions excentriques, inattendues pour les futures connexions, même quand vous intégrez les idées pour la première fois.

Plus vous vous entraînez à utiliser ce type de « mémoire musculaire », plus vous deviendrez capable de mémoriser facilement. Quand, par exemple, il vous fallait 15 minutes pour élaborer une image évocatrice correspondant à une équation et l'intégrer dans la cuisine de votre palais de la mémoire, il ne vous faudra plus, par la suite, que quelques minutes, ou secondes, pour accomplir une opération similaire.

Vous vous apercevrez également que lorsque vous commencez à assimiler les aspects essentiels d'un sujet, en prenant un peu de temps pour mémoriser les points les plus importants, vous en venez à comprendre ce sujet bien plus en profondeur. Les formules signifieront bien davantage pour vous qu'elles ne le feraient si vous vous contentiez de les chercher dans un livre. Et vous vous montrerez capable de manipuler ces formules bien plus habilement, lors d'examens ou d'applications réelles.

Une étude portant sur la façon dont les acteurs mémorisent un scénario montre qu'ils évitent d'apprendre mot à mot. Ils se fient plutôt à leur compréhension des besoins et des motivations de leur personnage pour se souvenir de leur texte. De même, le plus important, dans vos exercices de

mémorisation, est de *comprendre* ce que signifient vraiment les formules, ou les étapes d'une solution. Comprendre facilite beaucoup le processus de mémorisation.

Vous objecterez peut-être que vous n'êtes pas créatif, et qu'à vos yeux, une équation ou une théorie n'ont vraiment pas de motivations grandioses, ni de besoins affectifs compliqués qui pourraient vous aider à les comprendre et à les mémoriser. Mais souvenez-vous de cet enfant de deux ans qui sommeille en vous ! Votre créativité juvénile est encore là, vous devez juste réussir à l'atteindre.

LES TRUCS MNÉMOTECHNIQUES FONCTIONNENT

« En plus d'étudier pour obtenir mon diplôme d'ingénieur, je suis une formation paramédicale (il ne me reste plus que deux mois !) et je dois donc mémoriser un vaste ensemble de médicaments et de posologies, pour les adultes comme pour les jeunes patients en pédiatrie. Au début, la tâche m'a paru écrasante, d'autant que des vies seront en jeu.

Mais j'ai vite trouvé des petits trucs qui me permettaient d'apprendre facilement. Prenez, par exemple, le furosémide, un diurétique également appelé Lasix. La dose dont je devais me souvenir était de 40 milligrammes. Pour moi, c'était une aubaine, car je voyais les chiffres 4 et 0 dans le début du mot "furosémide" ("fur" me faisait penser à four, c'est-à-dire "quatre" en anglais, et le o qui suit m'évoquait le 0). Ce sont des détails comme ça qui peuvent vraiment ancrer les idées et les connaissances dans notre tête. Maintenant, je n'hésite même plus, c'est vraiment remarquable. »

William Koehler, étudiant en deuxième année de licence, génie mécanique.

À VOUS DE JOUER !

Des chansons pour apprendre

Inventez une chanson pour vous souvenir d'une identité mathématique, d'une intégrale, ou d'une formule scientifique, dont vous avez besoin en cours. Si vous mémorisez des notions importantes, quel que soit le truc employé pour y parvenir, vous pourrez résoudre des problèmes compliqués plus facilement et plus rapidement.

EN RÉSUMÉ

- Les métaphores peuvent vous aider à apprendre des idées difficiles plus rapidement.
- La répétition est essentielle, car elle vous permet de consolider ce que vous voulez mémoriser avant que les idées se dissipent.
- Les groupes et abréviations qui ont du sens vous permettent de simplifier et de transformer en chunks ce que vous essayez d'apprendre, afin de pouvoir stocker plus facilement ces informations dans la mémoire.
- Les histoires – même quand elles sont utilisées sous forme de trucs mnémotechniques loufoques – vous permettent de retenir plus facilement ce que vous désirez apprendre.
- Écrire et dire à voix haute ce que vous souhaitez mémoriser semble améliorer la rétention des informations.
- L'exercice physique est capital pour aider les neurones à se développer et à établir de nouvelles connexions.

ON RÉCAPITULE !

N'oubliez pas qu'il est parfois très important de repenser à ce que vous apprenez *ailleurs* que dans le lieu où vous l'avez appris. Utilisez de nouveau cette technique quand vous vous remémorez les idées clés de ce chapitre. Pour retrouver plus facilement un souvenir, on pense parfois à ce qu'on a *ressenti* à l'endroit où on étudiait (on songe par exemple au confort de son fauteuil, ou bien à la musique qu'on écoutait, ou encore à un tableau accroché au mur du café où on était assis).

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Prenez une feuille de papier et griffonnez, pour trouver une métaphore visuelle ou verbale correspondant au concept que vous essayez de comprendre en maths ou en sciences.
2. Parcourez un chapitre dans un livre que vous étudiez en cours de maths ou de sciences. Formulez une question sur ce chapitre qui pourrait vous donner envie d'en savoir davantage sur le sujet.
3. Juste avant de vous endormir, révisez mentalement un sujet que vous essayez d'apprendre. Pour booster le processus, révisez de nouveau ce sujet dès que vous vous réveillez le lendemain.

Apprenez à apprécier vos talents

Recherchez une compréhension intuitive

Une comparaison entre les maths ou les sciences et le sport est très instructive. Prenons le baseball, par exemple : vous ne pouvez pas apprendre à frapper la balle en un seul jour. Votre corps doit se perfectionner grâce à d'innombrables répétitions, au fil de plusieurs années. Les répétitions réussies créent de la mémoire musculaire, de sorte que votre corps sait ensuite ce qu'il doit faire à l'aide d'une seule pensée, un unique chunk, au lieu d'avoir à se souvenir de toutes les étapes complexes nécessaires quand on veut frapper une balle.

De la même façon, une fois que comprenez *pourquoi* vous faites telle ou telle chose en maths et en sciences, vous n'avez pas à vous réexpliquer à vous-même *comment* le faire à chaque fois. Il n'est pas nécessaire de vous promener avec 100 haricots au fond de votre poche, et de disposer à chaque fois 10 rangées de 10 haricots, pour comprendre que $10 \times 10 = 100$. À un certain moment, vous le savez simplement de mémoire.

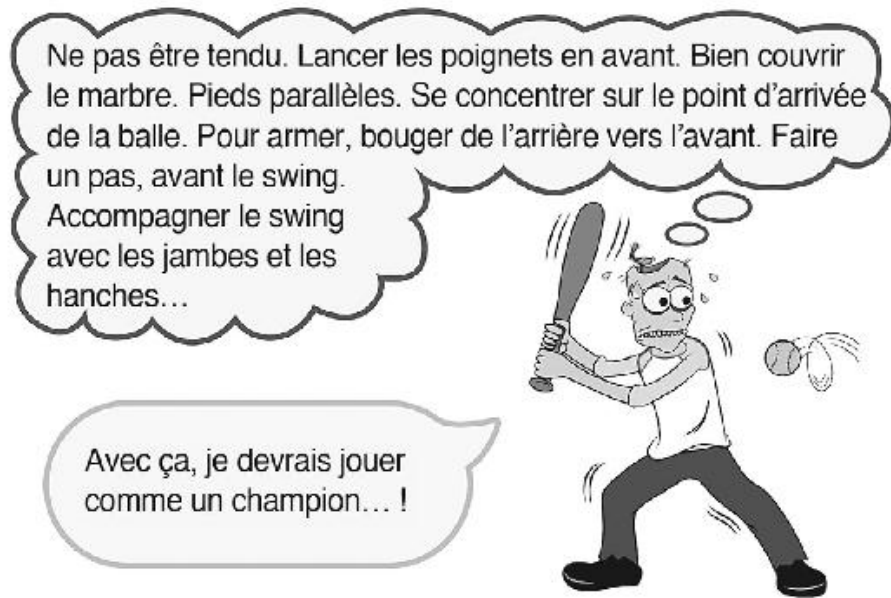
Par exemple, vous mémorisez l'idée qu'il suffit d'additionner les exposants (ces petits chiffres écrits au-dessus d'un autre chiffre) quand on multiplie des

chiffres qui ont la même base ($10^4 \times 10^5 = 10^9$). Si vous utilisez souvent un système, en faisant de nombreux types de problèmes différents, vous constaterez que vous comprenez à la fois le *pourquoi* et le *comment* qui se

trouvent derrière ce système, bien mieux que lorsqu'un enseignant ou un manuel vous donne une explication conventionnelle. La compréhension est plus profonde quand c'est *votre* esprit qui a élaboré les schémas de signification, au lieu d'accepter simplement ce qu'autrui vous disait. *Souvenez-vous : on apprend en essayant de donner du sens aux informations reçues. On apprend rarement quelque chose de complexe uniquement parce que quelqu'un d'autre le dit* (comme le déclarent les profs de maths : « Les maths ne sont pas un sport de spectateurs ! »).

Les champions d'échecs, les médecins des urgences, les pilotes de chasse, et bon nombre d'experts dans d'autres domaines doivent souvent prendre rapidement des décisions complexes. Ils déconnectent alors leur système conscient pour se fier à leur intuition bien entraînée, en puisant dans leur répertoire de chunks profondément ancrés. À un certain stade, quand vous cherchez à « comprendre » pourquoi vous faites ce que vous faites, vous ralentissez et interrompez le flux mental, au risque de prendre de mauvaises décisions.

Les enseignants et professeurs sont parfois prisonniers des règles. Dans une étude intrigante qui illustre bien ce problème, six personnes étaient filmées en train de faire un massage cardiaque et du bouche-à-bouche, mais une seule d'entre elles était un secouriste professionnel. On a alors demandé à d'autres secouristes professionnels de deviner qui était le vrai secouriste. Quatre-vingt-dix pour cent de ces experts faisaient le bon choix, en commentant : « Il avait l'air de savoir ce qu'il faisait. » Par contre, ceux qui enseignaient la réanimation cardio-respiratoire trouvaient le véritable secouriste parmi les figurants dans 30 % des cas seulement. Ces théoriciens excessivement pointilleux critiquaient les vrais experts dans les films, leur reprochant, par exemple, de ne pas avoir pris le temps de mesurer le corps pour savoir où appliquer leurs mains. Il était devenu plus important pour ces formateurs de suivre les règles avec précision que de se laisser guider par le bon sens.



En maths et en sciences, une fois que vous comprenez *pourquoi* vous faites quelque chose, il devient inutile de se replonger sans cesse dans le *comment*. Trop réfléchir risquerait de vous faire échouer.

Zombie joueur de baseball, image © 2014 Kevin Mendez

Inutile d'envier les génies

De même que les champions olympiques ne deviennent pas capables de réaliser leurs prouesses athlétiques en se contentant de faire un jogging le weekend, ou en soulevant quelques haltères de temps en temps, les grands maîtres d'échecs ne bâtissent pas leurs structures neuronales en bachotant au dernier moment. Leur base de connaissances se développe progressivement, au fil du temps, grâce à beaucoup de pratique, ce qui améliore leur compréhension du contexte global. S'entraîner de cette façon permet de placer les traces mnésiques bien en évidence dans l'entrepôt de la mémoire à long terme, où le schéma neuronal peut être consulté rapidement et facilement, au besoin.

Revenons au champion d'échecs Magnus Carlsen, aussi génial dans les épreuves éclair que dans les parties classiques. Carlsen possède une maîtrise extraordinaire des configurations de milliers de parties d'échecs déjà disputées. Il peut regarder la disposition d'une fin de partie sur un échiquier et dire

instantanément de quelle épreuve elle est tirée, parmi plus de dix mille compétitions des siècles précédents.

Autrement dit, Carlsen a créé une énorme bibliothèque de configurations potentiellement gagnantes sous forme de chunks. Il peut rapidement parcourir ces chunks, pour voir ce que d'autres avant lui ont fait, dans une situation semblable.

Carlsen n'est pas exceptionnel, de ce point de vue, même s'il se montre plus performant que pratiquement tous les autres joueurs d'échecs d'hier et d'aujourd'hui. Il est fréquent que des grands maîtres consacrent au moins une décennie à s'entraîner et à étudier, pour apprendre des milliers de schémas mnésiques sous forme de chunks. Ces schémas facilement accessibles leur permettent de reconnaître les éléments clés dans n'importe quelle configuration de partie, bien plus rapidement que des amateurs. Les champions acquièrent un regard professionnel et savent rapidement, de façon intuitive, quelle est la meilleure ligne de conduite à adopter dans n'importe quelle situation.

Mais attendez un peu : les maîtres d'échecs, et les gens capables de multiplier de tête des nombres à six chiffres ne sont-ils pas simplement exceptionnellement doués ? Pas forcément. Je vais être franche : bien sûr que l'intelligence compte ! Être plus intelligent veut souvent dire avoir une plus grande mémoire de travail. Votre mémoire est peut-être un bolide capable de retenir neuf éléments au lieu de quatre, et vous vous agrippez peut-être à ces éléments comme un bulldog à son os, ce qui rend l'apprentissage des maths et des sciences plus facile.

Mais devinez quoi ? À cause de cela, vous aurez également davantage de difficultés à être créatif.

Comment cela se fait-il ?

C'est à cause de notre vieil ami, et ennemi, l'*Einstellung*, l'idée que vous avez déjà en tête, qui vous empêche d'avoir des pensées originales. Une formidable mémoire de travail peut retenir ses pensées si fermement que les nouvelles pensées ont du mal à émerger. Une attention contrôlée avec autant de rigueur aurait bien besoin d'une bouffée d'oxygène, à la manière d'un trouble du déficit de l'attention (en d'autres termes, il s'agirait d'avoir la capacité de déplacer son attention, même quand on ne le veut pas). Car votre capacité à résoudre des problèmes complexes peut vous conduire à sur-analyser des

problèmes simples, à choisir une réponse alambiquée, et à négliger une solution simple et plus évidente. Des recherches montrent que les gens intelligents ont davantage tendance à se perdre dans les méandres de la complexité.

Les individus dont la puissance intellectuelle est moins évidente, par contre, parviennent plus facilement à des solutions simples.

L'IMPORTANT N'EST PAS CE QUE L'ON SAIT, MAIS COMMENT ON PENSE

« L'expérience m'a appris qu'il y a un rapport pratiquement inverse entre d'excellents résultats aux tests d'entrée en fac et la réussite professionnelle. De fait, bon nombre d'étudiants aux notes faibles réussissent très bien dans la vie, alors qu'un nombre étonnant de "génies" restent sur le carreau, pour une raison ou une autre. »

Bill Zettler, PhD, professeur de biologie, conseiller pédagogique de longue date, et lauréat du prix du meilleur enseignant de l'année, université de Floride, Gainesville.

Si vous êtes de ces individus qui se montrent incapables de retenir un grand nombre d'informations, si vous ne restez pas concentré et vous mettez à rêvasser pendant les cours magistraux, si vous devez vous trouver dans un endroit silencieux pour pouvoir vous concentrer et utiliser votre mémoire de travail à son maximum, eh bien, bienvenue dans le clan des créatifs ! Une plus petite mémoire de travail signifie que vous pouvez plus facilement généraliser ce que vous apprenez, sous forme de combinaisons inédites et créatives. Étant donné que votre mémoire de travail, qui se développe à partir des capacités de focalisation du cortex préfrontal, n'enferme pas tout hermétiquement, vous pouvez plus facilement recevoir des apports d'autres parties de votre cerveau.

Ces autres zones, comme le cortex sensoriel, sont plus en phase avec ce qui se passe dans l'environnement, mais elles sont également la source des rêves, sans parler des idées créatives. Vous aurez parfois (et même la plupart du temps) à fournir plus d'efforts pour comprendre, mais une fois que vous aurez transformé une information en chunk, vous pourrez prendre ce dernier et le retourner dans tous les sens, en le soumettant à un rythme de créativité dont vous ne vous sentiez même pas capable !

Voici une autre information que vous pouvez mettre dans votre fabrique de chunks mentale : les échecs, bastion des intellectuels, sont pratiqués par *des joueurs d'élite qui ont un QI globalement moyen*. Ces intellects moyens sont capables de faire mieux que des joueurs plus intelligents qu'eux parce qu'ils s'entraînent davantage. C'est une idée essentielle. Tous les joueurs d'échecs, qu'ils aient un niveau moyen ou qu'il s'agisse de champions, deviennent talentueux par la pratique.

C'est *l'entraînement*, en particulier sous forme de pratique délibérée, portant sur les aspects les plus difficiles d'un sujet, qui permet aux intelligences moyennes de se hisser jusqu'aux hautes sphères des plus « doués ». De même que vous pouvez soulever des haltères et développer vos muscles au fil du temps, vous pouvez vous entraîner avec certains schémas mentaux, qui s'approfondissent et se développent dans votre esprit. Curieusement, il semble que la pratique peut vous aider à développer votre mémoire de travail. Des chercheurs travaillant sur le rappel se sont aperçus que s'exercer à répéter à l'envers des séries de chiffres de plus en plus longues semblait améliorer cette mémoire.

Les êtres doués ont leurs propres difficultés. Les enfants surdoués sont parfois martyrisés par leurs camarades à l'école, de sorte qu'ils apprennent à cacher ou à réprimer leurs dons. Ils ont parfois bien du mal à s'en remettre. Les êtres plus intelligents ont aussi parfois des difficultés parce qu'ils peuvent très facilement imaginer tous les aspects d'une situation complexe, bons et mauvais. Les personnes extrêmement intelligentes sont davantage susceptibles de procrastiner que les individus à l'intelligence normale, parce que procrastiner leur a toujours réussi dans leur enfance (ce qui signifie aussi qu'ils sont moins susceptibles d'apprendre, dès leur plus jeune âge, certaines connaissances élémentaires indispensables).

Que vous soyez naturellement doué, ou que vous deviez vous battre pour apprendre des principes de base, vous devez savoir que vous n'êtes pas le seul à penser que vous êtes un imposteur, que c'est un coup de chance quand vous réussissez un examen, et que, lors de la prochaine épreuve, *c'est certain*, tout le monde (y compris vos amis et votre famille) va finalement se rendre compte de votre incompétence. Ce sentiment est si extraordinairement courant qu'il porte même un nom : le « syndrome de l'imposteur ». Si vous souffrez de ce genre de

sentiment d'infériorité, soyez simplement conscient que beaucoup, en secret, sont dans le même cas.

Tout le monde a des dons différents. Comme dit le vieil adage : « Quand une porte se ferme, une autre s'ouvre. » Donc, gardez la tête haute... et l'œil sur la porte ouverte !

Essayez d'atteindre l'infini

Certains considèrent que les façons de penser diffuses, intuitives, sont davantage en phase avec notre spiritualité. La créativité que favorise la pensée diffuse semble même parfois dépasser l'entendement humain.

Comme le faisait remarquer Albert Einstein : « Il n'y a que deux façons de vivre sa vie : l'une en faisant comme si rien n'était un miracle, l'autre en faisant comme si tout était un miracle. »

NE VOUS SOUS-ESTIMEZ PAS

« J'encadre les Olympiades de sciences de l'école dans laquelle j'enseigne. Nous avons remporté le championnat de l'État huit fois ces neuf dernières années. Il nous a manqué un point cette année pour gagner, et nous sommes souvent parmi les dix meilleurs au niveau national. Nous nous sommes aperçus que bon nombre de nos meilleurs étudiants (ceux qui récoltent des A+ dans toutes les matières) ne sont pas aussi performants sous l'effet du stress, lors d'une Olympiade scientifique, que ceux qui savent jouer mentalement avec leurs connaissances. Ces derniers, qui sont, par moments, des étudiants de seconde zone (si l'on peut dire), semblent se trouver moins intelligents que les étudiants brillants. Pourtant, je préfère nettement prendre des étudiants qui sont en apparence moins performants, mais qui se montrent capables de penser de façon créative, en réagissant avec à-propos, comme l'exigent les Olympiades, plutôt que des étudiants brillants qui s'affolent dès que les questions posées ne correspondent pas exactement aux chunks mémorisés dans leur cerveau. »

Mark Porter, professeur de biologie, Mira Loma High School,
Sacramento, Californie.

EN RÉSUMÉ

- À un certain stade, quand vous avez bien en main (et en tête) des informations transformées en chunks, vous commencez à renoncer à la perception consciente du moindre détail, et vous vous mettez à agir automatiquement.
- Il est parfois intimidant de travailler aux côtés d'étudiants qui comprennent plus vite que vous. Mais les étudiants « moyens » sont parfois avantagés quand l'important est l'esprit d'initiative, la capacité à mener à bien un projet, et la créativité.
- Une des clés de la créativité est d'être capable de passer de la concentration focalisée intense au mode diffus, détendu et contemplatif.
- Une concentration trop intense peut vous empêcher de trouver la solution recherchée (c'est comme essayer d'enfoncer une vis avec un marteau parce que l'on pense qu'il s'agit d'un clou). Quand vous êtes bloqué, il vaut parfois mieux s'éloigner du problème temporairement, et passer à autre chose, ou simplement attendre jusqu'au lendemain.

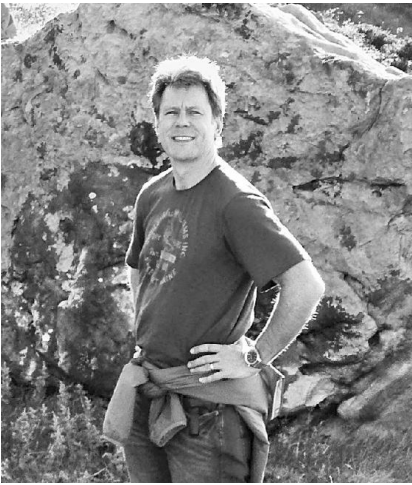
ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Faites également une pause pour essayer de « rappeler » les idées essentielles de ce livre dans son ensemble, jusqu'à ce chapitre.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Pensez à un domaine dans lequel votre persévérance a porté ses fruits au cours de votre existence. Aimerez-vous développer votre détermination dans un autre domaine ? Quelle solution de rechange pouvez-vous élaborer, pour les moments de déprime où vous risquez de fléchir ?
2. On essaie souvent d'arrêter de rêvasser parce que cela interrompt les activités sur lesquelles on avait vraiment l'intention de se concentrer, comme l'écoute d'un cours magistral important. Qu'est-ce qui fonctionne le mieux dans votre cas : vous forcer à rester focalisé, ou simplement ramener votre attention sur le sujet qui vous occupe quand vous vous apercevez qu'elle se disperse ?

DE MAUVAIS ÉLÈVE À SUPERSTAR : L'HISTOIRE DE NICK APPLEYARD



Nick Appleyard, avec
l'aimable autorisation de
Nick Appleyard

Nick Appleyard est le vice-président d'une entreprise de haute technologie. Il en dirige la division commerciale chargée de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud. Cette entreprise conçoit des outils de simulation faisant appel à la physique. Ces instruments sont utilisés dans le domaine de l'aérospatiale, de l'industrie automobile, de l'énergie, de la recherche biomédicale, et dans de nombreux autres secteurs de l'économie. Nick Appleyard est diplômé en génie mécanique de l'université de Sheffield, en Angleterre.

« Quand j'étais enfant, on m'a étiqueté mauvais élève, puis enfant à problèmes, pour cette raison. Ces étiquettes m'ont profondément marqué. J'avais l'impression que mes professeurs avaient perdu tout espoir que je puisse jamais réussir.

Pour aggraver les choses, mes parents, eux aussi, étaient contrariés par le peu de progrès que je faisais à l'école. J'ai particulièrement ressenti la déception de mon père, médecin-chef dans un grand hôpital universitaire (j'ai appris plus tard qu'il avait connu des difficultés semblables dans son enfance). C'était un cercle vicieux, qui avait un effet négatif sur ma confiance en moi, dans tous les domaines.

Quel était mon problème ? Les maths, et tout ce qui s'y rattachait : les fractions, les tables de multiplication, les longues divisions, l'algèbre, etc. Tout me semblait ennuyeux et complètement inutile.

Un jour, quelque chose a commencé à changer, même si je ne m'en suis pas rendu compte sur le moment. Mon père a rapporté un ordinateur à la maison. J'avais entendu parler d'adolescents qui écrivaient des programmes de jeux informatiques, auxquels tout le monde voulait ensuite jouer, et qui devenaient millionnaires du jour au lendemain. Je voulais devenir l'un de ces gosses.

Je me suis mis à lire, à m'entraîner, et à écrire des programmes de plus en plus compliqués, qui faisaient tous appel aux maths, d'une façon ou d'une autre. Finalement, un magazine d'informatique populaire en Angleterre a accepté et publié l'un de mes programmes. Cela a été un grand moment pour moi.

Aujourd'hui, je constate chaque jour que les mathématiques servent à concevoir la prochaine génération de voitures, ou à envoyer des fusées dans l'espace, ou encore à analyser le fonctionnement du corps humain.

Les mathématiques ne me semblent plus inutiles, elles sont devenues pour moi une source d'émerveillement, et elles sont aussi à l'origine de ma réussite professionnelle ! »

Modelez votre cerveau

Cette fois-ci, le crime de Santiago Ramón y Cajal, 11 ans, avait été de construire un petit canon, qui avait réduit en charpie le nouveau portail en bois d'un voisin. Dans l'Espagne rurale des années 1860, les délinquants juvéniles n'avaient guère le choix : le jeune Cajal se retrouva enfermé dans une cellule infestée de puces.

Cajal était un jeune garçon têtu et rebelle. Il avait une passion dévorante : l'art. Mais à quoi pouvaient bien lui servir la peinture et le dessin ? D'autant que Cajal ignorait le reste de ses études, en particulier les maths et les sciences, qu'il pensait être une perte de temps.

Le père de Cajal, Don Justo, était un homme strict, qui s'était fait à la force du poignet. La famille n'avait vraiment pas connu la vie facile des aristocrates. Pour tenter d'inculquer à son fils un peu de la discipline dont il manquait sérieusement, et pour l'aider à se stabiliser, Don Justo le plaça comme apprenti chez un barbier. Ce fut un désastre, car Cajal se mit simplement à négliger encore plus ses études. Battu et affamé par ses professeurs, qui voulaient ainsi lui faire entendre raison, Cajal devint un élève moqueur et épouvantable, véritable cauchemar du point de vue disciplinaire.

Qui aurait pu deviner que Santiago Ramón y Cajal remporterait un jour le prix Nobel, et deviendrait finalement le père des neurosciences modernes ?



Santiago Ramón y Cajal a obtenu le prix Nobel pour ses nombreuses contributions à notre compréhension de la structure et du fonctionnement du système nerveux. Sur cette photo, Cajal ressemble plus à un artiste qu'à un chercheur. Il a encore dans le regard l'étincelle de malice qui lui valut tant d'ennuis dans son enfance.

Cajal rencontra et côtoya de nombreux savants brillants au cours de sa vie, des gens qui étaient souvent bien plus intelligents que lui. Mais dans son autobiographie, il fait remarquer que si les individus brillants peuvent réaliser de grandes choses, ils peuvent aussi, comme n'importe qui, se montrer négligents et partiaux. Selon lui, la clé de sa réussite était la persévérance (la « qualité des gens moins brillants »), associée à sa souplesse d'esprit, qui lui permettait de changer d'avis et d'admettre ses erreurs facilement. À la base de tout, il y avait le soutien indéfectible de son épouse aimante, Doña Silvería Fañanás García (le couple eut sept enfants). N'importe qui, disait Cajal, même les gens dotés d'une intelligence moyenne, peut modeler son propre cerveau. Ainsi, même l'individu le moins doué peut faire une moisson abondante de succès.

Santiago Ramón y Cajal, avec l'aimable autorisation des héritiers de Santiago Ramón y Cajal, et l'aide gracieuse de Maria Angeles Ramón y Cajal

Changer de pensées, changer de vie

Santiago Ramón y Cajal avait déjà une vingtaine d'années quand il a commencé à s'extraire de la délinquance pour se hisser jusqu'à des études de médecine classiques. Cajal lui-même se demandait si son esprit ne s'était pas tout simplement « lassé de sa frivolité et de son comportement irrégulier, si bien qu'il commençait à se calmer ».

On sait que les gaines de myéline, l'isolant graisseux qui aide les signaux à se déplacer plus rapidement le long d'un neurone, ne finissent pas de se développer avant que les individus aient au moins une vingtaine d'années. Cela explique peut-être pourquoi les adolescents ont souvent du mal à contrôler leur comportement impulsif (le câblage entre les zones de l'intention et celles du contrôle n'est pas complètement formé).

« Les lacunes dans les capacités innées peuvent être compensées par des efforts et une concentration continus. On pourrait dire que le travail remplace le talent, ou mieux encore, que le travail crée le talent. »

Santiago Ramón y Cajal.

Cependant, quand vous *utilisez* des circuits neuronaux, il semble que vous contribuez à la formation de la gaine de myéline qui les enrobe, sans parler des nombreux autres micro-changements qui interviennent. La pratique semble consolider et renforcer les connexions entre différentes zones du cerveau, créant des autoroutes entre les centres de contrôle et les centres qui stockent les connaissances. Dans le cas de Cajal, les processus de maturation naturels, associés à des efforts visant à développer la pensée, l'ont apparemment aidé à maîtriser son comportement global.

Les individus pourraient donc *améliorer* le développement de leurs circuits neuronaux en « pratiquant » des pensées qui *utilisent* ces neurones.

Nous ne faisons que commencer à comprendre le développement neuronal, mais une chose est claire : nous pouvons provoquer des changements importants dans notre cerveau en modifiant notre façon de penser.

Le cas de Cajal est particulièrement intéressant, car celui-ci est devenu un grand savant alors même qu'il *n'était pas* un génie, en tout cas pas dans le sens conventionnel du terme. Cajal regrettait profondément de n'avoir jamais su « se servir des mots avec rapidité, assurance et clarté ». Pire, quand Cajal était

ému, il ne parvenait pratiquement plus à s'exprimer. Il n'était pas capable d'apprendre par cœur, ce qui avait rendu très pénible sa scolarité, car on demandait alors aux enfants de répéter des informations comme des perroquets. Au mieux, Cajal pouvait comprendre et se souvenir d'idées clés. Il se désespérait souvent de ses modestes capacités de compréhension. Pourtant, certains des domaines les plus passionnants de la recherche neuroscientifique actuelle reposent sur les conclusions initiales de Cajal.

Les professeurs de Cajal, comme ce dernier le raconta par la suite, se trompaient lourdement en accordant de la valeur à certaines capacités. La rapidité passait pour de l'intelligence, la mémoire pour de l'habileté, et la docilité pour de la pertinence. La réussite de Cajal, malgré ses « défauts », illustre comment, encore aujourd'hui, les enseignants peuvent facilement sous-estimer leurs étudiants, et les étudiants se sous-estimer eux-mêmes.

Le chunking profond

Cajal fit ses études de médecine par à-coups. Puis, après des aventures à Cuba, en tant que médecin militaire, et plusieurs tentatives infructueuses pour obtenir un poste de professeur, il décrocha finalement un poste en histologie, et étudia l'anatomie microscopique des cellules vivantes.

Chaque matin, afin d'étudier les cellules du cerveau et du système nerveux, Cajal préparait soigneusement ses lames pour microscope.

Puis il passait des heures à examiner minutieusement les cellules que ses colorations avaient mises en évidence. L'après-midi, Cajal se tournait vers l'image abstraite qu'il avait en tête, en se souvenant de ses observations du matin, et il se mettait à dessiner les cellules. Ensuite, il comparait ses dessins et les images qu'il avait observées au microscope. Puis il retournait à sa planche à dessin et recommençait, redessinant, vérifiant, et redessinant. Quand un dessin capturait l'essence, non pas d'une seule lame, mais de toute la série de lames consacrées à un type particulier de cellule, alors seulement Cajal s'arrêtait.

Cajal était un grand photographe. Il fut même le premier à rédiger un livre en espagnol sur la photographie en couleurs. Mais il n'eut jamais l'impression que des clichés pouvaient refléter la véritable essence de ce qu'il voyait. Cajal ne

pouvait y parvenir que par ses dessins, qui l'aidaient à condenser (c'est-à-dire à transformer en *chunk*) la réalité, d'une façon fort utile pour aider autrui à voir l'essence des chunks.

Une synthèse – une abstraction, un chunk, ou une idée générale – est un schéma neuronal. Les bons chunks forment des schémas neuronaux qui entrent en résonance non seulement avec le sujet que nous étudions, mais aussi avec d'autres sujets et domaines présents dans nos vies. L'abstraction aide à transférer des idées d'un domaine à un autre. C'est la raison pour laquelle l'art, la poésie, la musique et la littérature sont aussi captivants. Quand nous comprenons un chunk, il reprend vie dans notre esprit : nous formons des idées qui améliorent et illuminent les schémas neuronaux que nous possédons déjà, nous permettant de voir et de développer plus facilement d'autres schémas connexes.

Une fois que nous avons créé un chunk sous forme de schéma neuronal, nous pouvons plus facilement transmettre à autrui ce schéma transformé en chunk, comme Cajal et d'autres grands artistes, poètes, savants et écrivains le font depuis des millénaires. Une fois que d'autres individus comprennent ce chunk, ils peuvent non seulement l'utiliser, mais aussi créer plus facilement des chunks similaires, qui s'appliquent à d'autres domaines de leur vie, ce qui représente une part importante du processus créatif.

Les métaphores, et les analogies concrètes, produisent également des chunks qui permettent à des idées, même issues de domaines très différents, de s'influencer les unes les autres. C'est aussi la raison pour laquelle ceux qui adorent les maths, les sciences et la technologie sont souvent étonnés de constater que leurs activités ou leurs connaissances en sport, musique, langues, art ou littérature leur apportent parfois une aide précieuse. Mes propres connaissances sur l'apprentissage des langues m'ont aidée à comprendre comment on pouvait apprendre les maths et les sciences.



Ici, on voit que le chunk (le ruban neuronal ondulé) qui se trouve à gauche est très semblable au chunk qui se trouve à droite. L'idée représentée est la suivante : une fois que vous avez compris un chunk dans un domaine, il devient bien plus facile de comprendre ou de créer un chunk semblable dans un autre domaine. Par exemple, on retrouve les mêmes principes mathématiques sous-jacents en physique, chimie, et ingénierie, et ces principes apparaissent aussi parfois dans le domaine de l'économie, des affaires, ou dans des modèles de comportement humain. C'est pourquoi il est plus facile pour un étudiant en physique ou en génie de passer une maîtrise de gestion d'entreprise que pour quelqu'un qui a fait de la littérature anglaise ou de l'histoire.

Rubans neuronaux qui ondulent, avec l'aimable autorisation de l'autrice

Pour apprendre rapidement en maths et en sciences, il est essentiel de comprendre que pratiquement tous les concepts que vous étudiez permettent de faire des analogies (ou des comparaisons) avec quelque chose que vous savez déjà. Parfois ces métaphores ou ces analogies sont grossières, comme l'idée que les vaisseaux sanguins sont pareils à des autoroutes, ou qu'une réaction nucléaire ressemble à des dominos qui tombent les uns après les autres. Mais ces analogies et ces métaphores simples peuvent constituer de puissants outils, qui vous aideront à utiliser comme échafaudage une structure neuronale existant déjà, afin de former rapidement une nouvelle structure neuronale plus complexe.

Quand vous commencerez à utiliser cette nouvelle structure, vous découvrirez qu'elle présente des caractéristiques qui la rendent bien plus utile que votre première structure simpliste. Ces nouvelles structures peuvent à leur

tour engendrer des métaphores et des analogies portant, une fois de plus, sur de nouvelles idées dans des domaines très différents.

C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les physiciens et les ingénieurs sont très demandés dans le monde de la finance. Le physicien Emanuel Derman, par exemple, qui a mené des recherches brillantes dans le domaine de la physique des particules, a ensuite rejoint la banque Goldman Sachs entre 1990 et 2000, où il a contribué à élaborer le modèle de Black, Derman et Toy, un modèle de taux d'intérêt. Derman a fini par prendre la tête d'un groupe, au sein de la firme, chargé des stratégies de gestion quantitative des risques.

EN RÉSUMÉ

- Tous les cerveaux humains n'arrivent pas à maturité à la même vitesse. Bon nombre de jeunes gens n'atteignent pas l'âge adulte avant d'avoir approximativement 25 ans.
- Certains des plus grands noms de la science ont été, dans leur jeunesse, des délinquants juvéniles apparemment sans avenir.
- Les professionnels réussissant dans le domaine des maths, des sciences ou de la technologie acquièrent progressivement une qualité, qui est de savoir comment former des chunks, c'est-à-dire condenser des idées fondamentales.
- Les métaphores et les analogies concrètes engendrent des chunks qui permettent à des idées issues de domaines très divers de s'influencer les unes les autres.
- Quelle que soit votre carrière actuelle, ou celle que vous envisagez, gardez l'esprit ouvert, et veillez à ce que les maths et les sciences fassent partie de votre répertoire de connaissances. Cela vous donnera accès à une riche réserve de chunks, qui vous aideront à relever plus intelligemment toutes sortes de défis existentiels et professionnels.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Vous constaterez que vous pouvez rappeler ces idées plus facilement si vous les reliez à votre propre vie et à vos objectifs professionnels.

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Au cours de sa carrière, Santiago Ramón y Cajal est parvenu à conjuguer sa passion pour l'art et sa passion pour la science. Connaissez-vous d'autres individus (personnalités publiques célèbres, amis de votre famille, relations) qui ont fait quelque chose de similaire ? Une telle convergence est-elle possible dans votre propre existence ?
2. Comment pouvez-vous éviter de tomber dans le piège qui consiste à penser que les personnes très rapides sont forcément très intelligentes ?
3. Faire ce que l'on vous demande de faire peut avoir des avantages, comme des inconvénients. Comparez la vie de Cajal et la vôtre. À quels moments faire ce que l'on vous demandait vous a-t-il été profitable ? À quels moments cela a-t-il malencontreusement créé des problèmes ?
4. Par rapport aux handicaps de Cajal, quels sont vos propres points faibles ? De quelle façon pouvez-vous transformer vos désavantages en avantages ?

Développer la représentation mentale grâce à des équations poétiques

Apprenez à composer une équation poétique : des vers donnant une idée de ce qui se cache derrière une équation standard

La poétesse Sylvia Plath a écrit :

« Le jour où je suis entrée dans la classe de physique a été le jour de ma mort. »

Et elle ajoutait :

« Un petit homme sombre, avec une voix haut perchée, qui zézayait, nommé M. Manzi, se tenait devant la classe, serré dans un costume bleu, tenant à la main une petite boule en bois. Il déposa la boule dans la rainure d'une rampe inclinée, et la laissa rouler jusqu'en bas. Puis il se mit à parler, et à dire que a était égal à l'accélération et que t était égal au temps, et soudain il se mit à gribouiller des lettres et des chiffres sur tout le tableau noir, et c'est alors que mon esprit s'est éteint. »

Dans ce récit semi-autobiographique, Sylvia Plath dit que ce M. Manzi avait rédigé un livre de 400 pages, sans dessins ni photos, avec seulement des diagrammes et des formules.

L'équivalent serait d'essayer d'apprécier les poèmes de Plath en écoutant quelqu'un vous les *raconter*, au lieu de les lire vous-même ! Dans sa version de l'histoire, Plath explique qu'elle fut la seule étudiante à recevoir un A, mais qu'elle en vint à redouter la physique.

« Que sont les mathématiques, après tout, sinon la poésie de l'esprit, et qu'est-ce que la poésie, sinon les mathématiques du cœur ? »

David Eugene Smith, mathématicien et enseignant américain.

Les cours d'introduction à la physique du physicien Richard Feynman étaient totalement différents. Feynman, lauréat du prix Nobel, était un homme exubérant, qui jouait des bongos pour se distraire, et parlait davantage comme un chauffeur de taxi que comme un intellectuel.

Feynman avait environ onze ans quand il entendit une remarque qui l'impressionna beaucoup. Il venait de dire à un ami que penser n'était rien d'autre que se parler à soi-même intérieurement.

— Ah oui ? répondit le camarade de Feynman. Tu vois la forme bizarre d'un vilebrequin de voiture ?

— Oui, et alors ?

— Bien. Maintenant, dis-moi : comment l'as-tu décrit quand tu te parlais à toi-même ?

À cet instant-là, Feynman comprit que les pensées pouvaient être visuelles autant que verbales.

Plus tard, il raconta par écrit que lorsqu'il était étudiant, il avait eu du mal à imaginer et visualiser des concepts tels que les ondes électromagnétiques, ce flux d'énergie invisible qui achemine tout, de la lumière du soleil aux signaux des téléphones portables. Il éprouvait des difficultés à décrire ce qu'il voyait mentalement. Alors, si même l'un des plus grands physiciens du monde avait du mal à se représenter des concepts physiques (difficiles à imaginer, il est vrai), que devons-nous en conclure, nous autres pauvres mortels ?

Nous pouvons trouver réconfort et inspiration dans le royaume de la poésie. Prenons quelques vers de la chanson du chanteur-compositeur américain Jonathan Coulton, intitulée *Mandelbrot Set* (« L'ensemble de Mandelbrot » en français), qui parle du célèbre mathématicien Benoît Mandelbrot. Ils peuvent être traduits ainsi :

Mandelbrot est au ciel

Il nous a donné l'ordre à partir du chaos, il nous a donné l'espoir, là où il n'y en avait aucun

Sa géométrie réussit, là où les autres échouent

Alors si vous vous égarez un jour, un papillon battra des ailes

Franchissant un million de kilomètres, un petit miracle viendra vous ramener chez vous

L'essence même des extraordinaires travaux de Mandelbrot en mathématiques a été saisie par Coulton et ces formules qui font résonner des émotions, en produisant des images que nous pouvons « voir » mentalement : le léger battement des ailes d'un papillon, qui se propage et a des effets même à un million de kilomètres de là.

Les travaux de Mandelbrot visant à créer une nouvelle géométrie nous ont permis de comprendre que parfois, des formes apparemment irrégulières et chaotiques, comme celles des nuages et des rivages, possèdent néanmoins un certain degré d'ordre. On peut créer de la complexité visuelle à partir de règles simples, comme le montre bien la magie des films d'animation modernes. La poésie de Coulton fait également allusion à l'idée, inscrite dans l'œuvre de Mandelbrot, que d'infimes et subtiles variations dans une partie de l'univers finissent par affecter tout le reste de la création.

Plus on se penche sur les paroles de Coulton, et plus on peut envisager de les appliquer à divers aspects de la vie, le sens de la chanson devenant plus clair si l'on connaît et comprend le travail de Mandelbrot.

Il y a des significations cachées derrière les équations, exactement comme dans la poésie. Si vous êtes un néophyte, que vous examinez une équation de physique, et que l'on ne vous a pas appris à voir la vie qui sous-tend les

symboles, l'équation vous semblera inanimée. Mais si vous commencez à progresser et à accéder au texte caché, le sens prend finalement vie.

Dans un article devenu un classique, le physicien Jeffrey Prentis compare la façon dont un étudiant débutant en physique et un physicien expérimenté considèrent les équations.

Une équation vue par un néophyte n'est qu'un élément de plus à mémoriser, au sein d'une vaste série d'équations sans rapport. Les étudiants et les physiciens plus expérimentés, en revanche, voient mentalement la *signification* qui se cache derrière l'équation, et comment celle-ci s'intègre dans une perspective globale. Ils ont même l'impression de ressentir ce que « ressentent » les composantes de l'équation.

« Un mathématicien qui n'est pas en même temps un peu poète ne sera jamais un mathématicien complet. »

Karl Weierstrass, mathématicien allemand.

Quand vous voyez la lettre a , qui désigne l'accélération, vous avez peut-être la sensation d'appuyer sur l'accélérateur d'une voiture. Vroum ! *Ressentez* l'accélération de la voiture qui vous plaque contre le siège.

Devez-vous penser à ces sensations chaque fois que vous voyez la lettre a ? Bien sûr que non ! Vous deviendriez fou si vous vous souveniez du moindre détail qui sous-tend vos connaissances. Mais vous devriez garder dans un coin de votre tête cette sensation d'appuyer sur l'accélérateur, sous forme de chunk, prêt à se glisser dans la mémoire de travail si vous essayez d'analyser la signification du terme a quand vous le voyez rôder dans une équation.

De même, quand vous voyez le m qui correspond à la masse, vous ressentez peut-être l'inertie d'un rocher de 25 kilos : il faut faire un effort pour le déplacer. Quand vous voyez la lettre f , pour *force*, vous voyez peut-être mentalement ce que sous-entend la *force* : elle dépend à la fois de la *masse* et de l'*accélération*, ma , comme dans l'équation $f = ma$. Peut-être pouvez-vous ressentir ce qui se trouve derrière le f également. La force possède, intégré en elle, un dynamisme qui vous soulève (l'accélération), à l'inverse de la masse lente et lourde du rocher.

Allons encore un peu plus loin. Le terme *travail* en physique signifie énergie. On dit que le *travail d'une force* est l'énergie fournie par cette force quand nous exerçons une poussée (la *force*) contre un objet, sur une certaine *distance* (d). On peut codifier cela avec une simplicité poétique : $w = f \times d$.

Une fois que l'on voit que w représente le travail (*work* en anglais), on peut ensuite imaginer mentalement, et même avec des sensations corporelles, ce qui se trouve derrière. Finalement, nous pouvons distiller les vers d'une équation poétique qui ressemble à ceci :

$$w$$

$$w = f.d$$

$$w = (ma).d$$

Les symboles et équations, en d'autres termes, recèlent un texte caché, qui se trouve enfoui en eux, un sens qui devient clair quand vous connaissez mieux les idées de base. Même s'ils ne le formulent peut-être pas ainsi, les scientifiques considèrent souvent les équations comme une forme de poésie, une manière abrégée de représenter ce qu'ils essaient de voir et de comprendre.

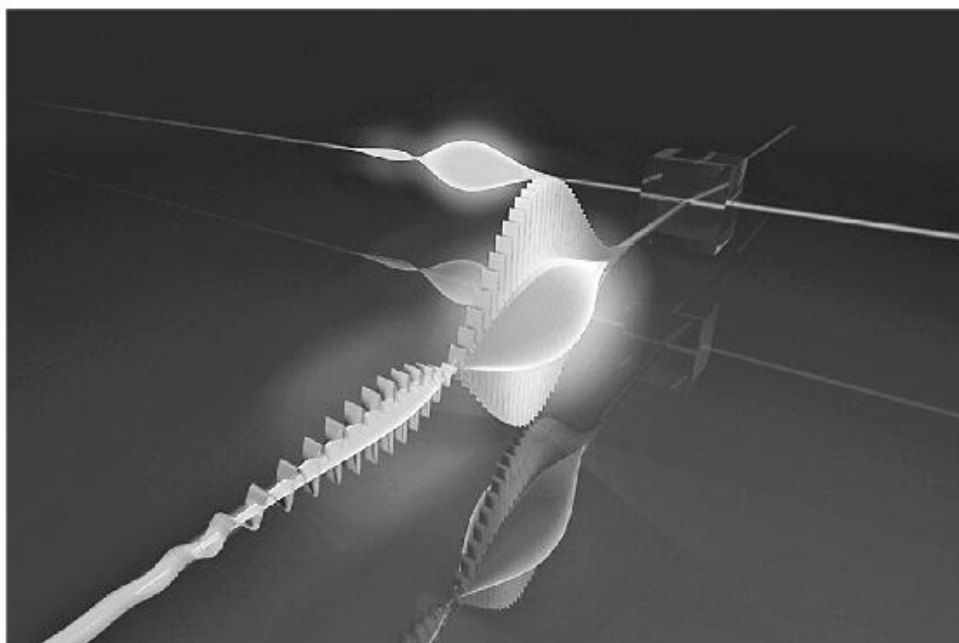
Les personnes attentives reconnaissent la profondeur d'un poème, qui peut avoir de nombreux sens. De la même façon, les étudiants qui mûrissent apprennent progressivement à voir le sens caché d'une équation avec leur esprit, et même à saisir intuitivement plusieurs interprétations. Il n'est donc pas étonnant que les graphiques, les tableaux et autres illustrations contiennent également des significations cachées, des significations qui peuvent être représentées de façon bien plus riche mentalement que sur une feuille de papier.

Simplifiez et personnalisez ce que vous étudiez

Nous avons déjà évoqué ce point précédemment, mais cela vaut la peine d'y revenir, maintenant que nous avons mieux compris comment on imagine les idées qui sous-tendent les équations. L'une des choses les plus importantes à faire, quand nous essayons d'apprendre les maths et les sciences, est de donner vie aux idées abstraites de notre esprit. Santiago Ramón y Cajal, par exemple,

traitait les scènes microscopiques qu'il avait devant lui comme si elles étaient habitées par des créatures vivantes, qui espéraient et rêvaient, exactement comme le font les êtres humains.

Einstein était capable de s'imaginer sous la forme d'un photon. On peut se faire une idée de ce qu'il voyait en admirant cette magnifique image du physicien italien Marco Bellini, qui montre une intense impulsion laser (devant), servant à mesurer la forme d'un unique photon (à l'arrière).



Photons, illustration avec l'aimable autorisation de Marco Bellini, Istituto nazionale di ottica - CNR, Florence, Italie

Sir Charles Sherrington, un ami et collègue de Cajal, qui a inventé le terme *synapse*, a raconté à des amis qu'il n'avait jamais rencontré un scientifique détenant un tel pouvoir d'insuffler de la vie dans son travail. Sherrington se demandait même si cela n'avait pas été un facteur déterminant dans l'immense succès de Cajal.

La théorie de la relativité d'Einstein ne provient pas de ses compétences en mathématiques (Einstein devait souvent collaborer avec des mathématiciens pour avancer dans ses travaux), mais de sa capacité à « faire semblant ». Il s'imaginait sous la forme d'un photon, se déplaçant à la vitesse de la lumière,

puis se demandait comment un deuxième photon pouvait le percevoir. Que pouvait bien voir et ressentir ce deuxième photon ?

Barbara McClintock, lauréate du prix Nobel pour sa découverte de la transposition génétique (qui concerne des « gènes sauteurs » pouvant changer de place sur un brin d'ADN), a décrit comment elle imaginait les plants de maïs qu'elle étudiait : « J'étais même capable de voir les parties internes de leurs chromosomes, en fait, tout y était. Cela m'étonnait, car j'avais vraiment l'impression d'être avec eux et qu'ils étaient mes amis. »



Barbara McClintock, une pionnière de la génétique, a imaginé des versions gigantesques des éléments moléculaires qu'elle manipulait. Comme d'autres lauréats du prix Nobel, elle personnifiait les éléments qu'elle étudiait, et devenait même leur amie.

Barbara McClintock, avec l'aimable autorisation de : Smithsonian Institution Archives, image #SIA2008-5609

Il peut paraître idiot de monter une pièce de théâtre dans son esprit, et d'imaginer les éléments et les mécanismes que vous étudiez comme s'il s'agissait d'êtres vivants, avec leurs propres sentiments et pensées. Mais cette méthode

fonctionne : elle leur donne vie, et vous aide à voir et à comprendre des phénomènes que vous ne pourriez pas saisir intuitivement en regardant des chiffres et des formules.

Simplifier est également important. Richard Feynman, le physicien joueur de bongos que nous avons évoqué plus tôt dans ce chapitre, était célèbre pour demander aux scientifiques et aux mathématiciens d'expliquer leurs idées d'une façon suffisamment simple pour qu'il puisse les comprendre. Étonnamment, il est possible de donner des explications simples à presque *n'importe quel concept*, quelle que soit sa complexité.

Quand vous donnez des explications simples, en ramenant un sujet compliqué à ses éléments essentiels, le résultat est que vous avez une compréhension plus profonde de ce sujet. Scott Young, un expert de l'apprentissage, a repris cette idée dans ce qu'il appelle la *technique de Feynman*, qui consiste à demander aux gens de trouver une métaphore ou une analogie simples, qui les aident à comprendre l'essence d'une idée.

Le légendaire Charles Darwin faisait pratiquement la même chose. Quand il voulait expliquer un concept, il imaginait que quelqu'un venait d'entrer dans son bureau. Il posait alors son stylo et essayait d'expliquer l'idée dans les termes les plus simples possible. Cela l'aidait à trouver comment il allait décrire le concept par écrit. Dans le même esprit, le site web Reddit.com comporte une rubrique intitulée : « Expliquez-moi comme si j'avais 5 ans », où n'importe qui peut soumettre un message et demander l'explication simple d'un sujet complexe.

Vous vous dites peut-être qu'il faut vraiment comprendre quelque chose pour pouvoir l'expliquer. Mais observez ce qui se passe quand vous expliquez ce que vous étudiez à des néophytes. Vous serez étonné de constater à quel point la compréhension est souvent une *conséquence* de vos tentatives d'explications (destinées aux autres et à vous-même) ; en fait, l'explication ne découle pas d'une compréhension antérieure. C'est la raison pour laquelle les enseignants disent souvent que la première fois où ils comprennent vraiment un sujet, c'est quand ils sont obligés de l'enseigner.

RAVI DE FAIRE VOTRE CONNAISSANCE !

« Apprendre la chimie organique n'est pas plus difficile que de faire la connaissance de nouveaux personnages. Les éléments chimiques ont chacun leur propre personnalité. Plus vous comprenez ces personnalités, plus vous devenez capable de savoir dans quelle situation elles se trouvent, et de prédire le résultat des réactions qu'elles provoquent. »

Kathleen Nolta, PhD, maître de conférences en chimie, et lauréate du Golden Apple Award, qui récompense la qualité de l'enseignement à l'université du Michigan.

À VOUS DE JOUER !

Montez une pièce de théâtre mentale

Imaginez que vous vous trouvez dans l'univers du sujet que vous étudiez, et que vous contemplez le monde du point de vue d'une cellule, ou d'un électron, ou même d'un concept mathématique. Essayez de monter un spectacle mental avec ces nouveaux « amis », en imaginant ce qu'ils ressentent et comment ils réagissent.

Le transfert : utilisez dans des contextes différents ce que vous avez appris

Le *transfert* est la capacité à reprendre ce que vous avez appris dans un contexte donné, et à l'appliquer dans un autre. Par exemple, vous pouvez apprendre une première langue étrangère, puis vous apercevoir que vous en apprenez une seconde plus facilement. En effet, quand vous avez appris la première langue, vous avez aussi acquis des compétences générales en apprentissage linguistique, ainsi que des nouveaux mots et des nouvelles structures grammaticales éventuellement proches, qui ont été *transférés* dans votre apprentissage de la deuxième langue.

Apprendre les maths en ne les appliquant qu'aux problèmes d'une discipline particulière, comme la comptabilité, le génie, ou l'économie, revient à décider que, finalement, vous n'allez pas apprendre une langue étrangère, mais vous

contenter de votre langue maternelle, et que vous allez juste apprendre quelques mots de vocabulaire supplémentaires dans votre langue. De nombreux mathématiciens pensent qu'apprendre les maths en faisant appel à une seule discipline interdit toute souplesse et créativité dans leur utilisation.

Selon ces mathématiciens, si vous apprenez les maths comme ils l'enseignent, c'est-à-dire en vous concentrant sur l'essence abstraite, sous forme de chunk, d'un sujet, sans avoir une application spécifique en tête, vous ferez l'acquisition de compétences que vous pourrez facilement transférer à toutes sortes d'applications. En d'autres termes, vous aurez acquis l'équivalent des compétences générales dans le domaine de l'apprentissage linguistique.

Vous êtes peut-être étudiant en physique, par exemple, mais vous pourrez alors utiliser vos connaissances théoriques en mathématiques pour comprendre rapidement comment certains aspects s'appliquent aussi à des processus très différents, en biologie, en finance, ou même en psychologie.

C'est en partie la raison pour laquelle les mathématiciens aiment enseigner leur discipline d'une façon abstraite, sans forcément « zoomer » sur des applications pratiques. Ils veulent vous faire découvrir l'essence des idées, ce qui, pensent-ils, facilite le transfert de ces idées vers toutes sortes de sujets. C'est un peu comme s'ils ne voulaient pas que vous appreniez à dire une formule spécifique signifiant « Je cours » en albanais, en lituanien, ou en islandais, mais plutôt que vous compreniez l'idée plus générale qu'il existe une catégorie de mots appelés *verbes*, qu'il s'agit de *conjuguer*.

Le problème est qu'il est souvent plus facile de retenir une notion mathématique quand celle-ci est appliquée directement à un problème concret, même si cela peut rendre plus difficile son transfert vers de nouveaux domaines par la suite. Évidemment, il finit par y avoir une lutte constante entre l'approche abstraite et l'approche concrète de l'apprentissage des mathématiques.

Les mathématiciens essaient de garder la main, en prenant du recul pour s'assurer que les approches abstraites restent centrales dans l'apprentissage. Par contre, le génie, les affaires, et de nombreuses autres disciplines gravitent tout naturellement autour des maths qui se concentrent sur leur spécialité, pour inciter les étudiants à s'impliquer dans leurs études, et pour éviter la sempiternelle plainte : « Je n'aurai jamais besoin de savoir ça ! » Les maths

appliquées de façon concrète permettent également de contourner la polémique selon laquelle de nombreux problèmes dits « tirés du monde réel », dans les manuels de mathématiques, ne seraient en fait que des exercices à peine déguisés. Au final, les approches concrètes, comme les abstraites, ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Le transfert est bénéfique en cela qu'il facilite souvent l'apprentissage pour les étudiants qui progressent dans l'étude de leur discipline. Comme le raconte le professeur Jason Dechant, de l'université de Pittsburgh : « Je dis toujours à mes étudiants qu'ils étudieront moins en progressant dans leurs programmes de sciences infirmières, mais ils ne me croient jamais. Ils travaillent en fait de plus en plus facilement à chaque semestre ; parce qu'ils savent simplement mieux coordonner leurs connaissances. »

L'un des aspects les plus problématiques de la procrastination – quand on « casse » constamment sa concentration pour consulter ses SMS, ses courriels, etc. – est qu'elle entrave le transfert. Les étudiants qui s'interrompent sans cesse dans leur travail n'apprennent pas aussi profondément, et ne sont pas capables de transférer aussi facilement le peu qu'ils parviennent à apprendre vers d'autres sujets. Vous croyez peut-être que vous apprenez entre les moments où vous vérifiez vos messages, mais en réalité, votre cerveau ne se focalise pas assez longtemps pour former les solides chunks neuronaux qui sont essentiels au transfert des idées d'une zone cérébrale à une autre.

LE TRANSFERT DES IDÉES, ÇA MARCHE !

« J'ai pris des techniques de pêche utilisées dans les Grands Lacs, et j'ai essayé de les appliquer dans les Keys de Floride, pendant toute l'année dernière. Des poissons complètement différents, des appâts différents, et une technique qui n'avait jamais été utilisée... mais qui a très bien fonctionné. On me prenait pour un fou, et c'était amusant de montrer que ça permettait vraiment de prendre du poisson. »

Patrick Scoggin, étudiant de troisième année.

EN RÉSUMÉ

- Les équations ne sont que des façons de condenser et de simplifier des concepts. Cela signifie qu'elles recèlent un sens plus profond, tout comme la poésie possède une profondeur de signification.
- La « représentation mentale » est importante, car elle vous permet de « monter des pièces de théâtre » dans votre esprit, et de personnifier ce que vous apprenez.
- Le transfert est la capacité de prendre ce que vous apprenez dans un contexte, pour l'appliquer à quelque chose d'autre.
- Il est important de saisir l'essence d'un concept mathématique transformé en chunk, car il devient alors plus facile de transférer cette idée, et de l'appliquer sous des formes nouvelles et différentes.
- Si vous travaillez en multitâches durant le processus d'apprentissage, vous apprenez moins profondément, ce qui peut vous empêcher de transférer ce que vous apprenez.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Pouvez-vous élaborer une représentation mentale de ces idées à l'aide de symboles ?

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Composez une équation poétique : plusieurs vers qui se déploient et donnent une idée de ce qui se cache derrière une équation standard.
2. Écrivez un paragraphe décrivant comment certains concepts que vous étudiez pourraient être représentés visuellement dans une pièce de théâtre. Selon vous, en restant réaliste, que pourraient ressentir les acteurs de cette pièce, et comment réagiraient-ils les uns envers les autres ?
3. Prenez un concept mathématique que vous avez appris, et examinez un exemple concret de la façon dont ce concept est appliqué. Puis prenez du recul et regardez si vous pouvez percevoir le chunk abstrait d'une idée qui sous-tend l'application. Pouvez-vous imaginer une façon complètement différente d'utiliser ce concept ?

Apprendre par soi-même

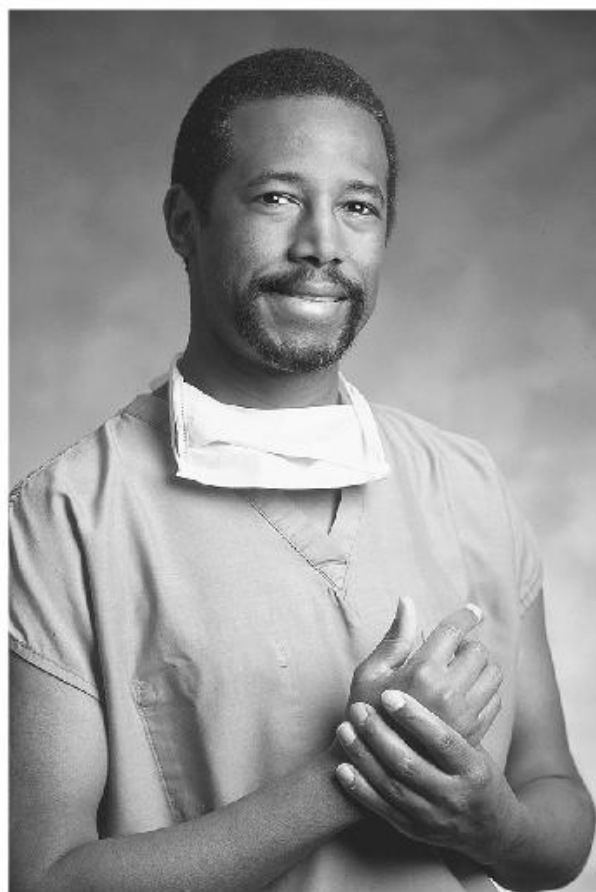
L'intérêt d'apprendre seul

On pense souvent que les personnes comme Charles Darwin, devenu l'une des figures les plus influentes de l'histoire de l'humanité du fait de sa théorie de l'évolution, sont naturellement des génies. Vous serez sans doute surpris d'apprendre que Darwin, comme Cajal, fut un étudiant médiocre. Il rata ses études de médecine, et finit par partir faire le tour du monde – au grand dam de son père – en tant que naturaliste à bord d'un bateau. Mais livré à lui-même, Darwin eut la possibilité de jeter un regard neuf sur les informations qu'il recueillait.

La *persévérance* est souvent plus importante que l'intelligence. Aborder un sujet en cherchant à l'apprendre par soi-même est un moyen unique de maîtriser ce sujet. Souvent, quelle que soit la qualité de votre professeur et de votre manuel, c'est lorsque vous allez consulter d'autres livres ou vidéos que vous finissez par comprendre ceci : les connaissances transmises par un seul professeur ou livre sont une version partielle de la réalité complète, en trois dimensions, d'un sujet qui a des liens avec *d'autres* sujets fascinants, que *vous* pouvez décider de choisir.

Ben Carson, un neurochirurgien récompensé par la médaille présidentielle de la Liberté pour ses innovations dans le domaine de la chirurgie, a

commencé par rater ses études de médecine et s'est vu prier de quitter la faculté. Carson savait qu'il apprenait mieux dans les livres qu'en assistant aux cours. Il fit un choix paradoxal et cessa d'assister aux cours pour avoir le temps de se consacrer à l'étude au moyen de manuels. Ses notes grimpèrent en flèche, et le reste appartient à l'histoire (notez que cette technique ne convient pas à tout le monde, et que si vous utilisez cette anecdote comme prétexte pour cesser d'aller en cours, vous courrez droit au désastre !).



Dans le domaine des sciences, des maths et de la technologie, nombreux sont ceux qui ont dû apprendre à leur façon, soit parce qu'ils n'avaient pas d'autre choix, soit parce que, pour une raison ou une autre, ils avaient gâché leurs précédentes occasions d'étudier.

Ben Carson, avec l'aimable autorisation de Johns Hopkins Medicine

Des recherches montrent que les étudiants apprennent mieux quand ils s'impliquent activement dans le sujet qu'ils étudient, au lieu de simplement

écouter quelqu'un qui leur parle. La capacité d'un étudiant à affronter personnellement un sujet, parfois en testant ses idées sur ses camarades, est essentielle.

Quand Santiago Ramón y Cajal prit finalement au sérieux l'idée de devenir médecin, il fut horrifié d'avoir à apprendre le calcul (de niveau première année de fac) alors qu'il était adulte. Il n'avait jamais prêté attention aux maths dans sa jeunesse, et n'avait pas même une compréhension rudimentaire du sujet. Il dut se plonger dans de vieux manuels, et se creuser les méninges pour comprendre les bases. Mais Cajal n'en apprit que plus profondément, car il était motivé par des objectifs personnels.

« Quel merveilleux stimulant ce serait pour un débutant si son professeur, au lieu de l'étonner ou de l'accabler avec les grandioses inventions d'autrefois, révélait plutôt l'origine des découvertes scientifiques, la suite d'erreurs et de maladresses qui les précède, des renseignements qui, du point de vue humain, sont indispensables à une explication fidèle de ces découvertes. »

Santiago Ramón y Cajal.

L'inventeur et auteur William Kamkwamba, né en 1987 en Afrique, n'avait pas les moyens d'aller à l'école. Alors il entreprit d'apprendre tout seul, en allant à la bibliothèque de son village, où il tomba sur un livre intitulé *Utiliser l'énergie*. Mais Kamkwamba ne se contenta pas de lire ce livre. Âgé de quinze ans seulement, il se servit de l'ouvrage pour passer de la théorie à la pratique, et il construisit son propre moulin à vent. Ses voisins disaient qu'il était *misala* – fou –, mais sa réalisation contribua à amener l'électricité et l'eau courante dans son village, et fut à l'origine du développement de l'innovation technologique locale en Afrique.

La neuroscientifique et pharmacologue Candace Pert reçut une excellente éducation, et obtint un doctorat en pharmacologie de l'université John Hopkins. Mais l'origine de son inspiration, et du succès qu'elle a connu par la suite, est inhabituelle. Juste avant d'entrer à l'école de médecine, elle se blessa au dos en faisant une chute de cheval, et passa l'été sous l'emprise de puissants médicaments contre la douleur. Cette expérience personnelle de la douleur et des analgésiques a ensuite motivé ses recherches scientifiques. Ignorant les conseils de son chef de laboratoire, qui tentait de l'en dissuader, elle poursuivit

ses recherches et fit certaines des premières découvertes fondamentales sur les récepteurs des opiacés, représentant un énorme pas en avant dans la compréhension de l'addiction.

Aller à l'université n'est pas la seule façon d'apprendre. Certaines des personnalités les plus renommées de notre temps, comme les dynamiques Bill Gates, Larry Ellison, Michael Dell, Mark Zuckerberg, James Cameron, Steve Jobs et Steve Wozniak, n'ont jamais terminé leurs études. Mais nous continuerons à voir les innovations fascinantes de ces individus, capables de combiner les meilleurs aspects des études traditionnelles et non traditionnelles avec leur propres méthodes d'autodidacte.

Prendre en charge votre propre apprentissage est l'une des choses les plus importantes que vous puissiez faire. Les approches centrées sur les enseignants, selon lesquelles le professeur est considéré comme celui qui connaît les réponses, favorisent parfois involontairement un sentiment d'impuissance chez les étudiants face à l'apprentissage. Paradoxalement, les systèmes qui permettent de noter les enseignants peuvent produire le même sentiment d'impuissance, car ils tendent à rendre l'enseignant responsable de votre échec, du fait de son incapacité éventuelle à motiver ou à former. En revanche, l'enseignement axé sur les étudiants, selon lequel les élèves doivent apprendre les uns des autres, et se motiver eux-mêmes pour maîtriser leur sujet, est extraordinairement efficace.

L'importance des bons profs

Vous aurez parfois l'occasion d'interagir avec des mentors ou des enseignants véritablement exceptionnels. Si cette chance se présente, saisissez-la !

Entraînez-vous à dépasser le stade de la timidité, forcez-vous à entamer un dialogue avec eux, et à poser des questions (des questions véritables et pertinentes, et non des questions destinées à étaler vos connaissances). Plus vous le ferez, plus vous aurez des facilités à le faire, et plus cela vous sera utile, sous des formes que vous n'auriez jamais pu anticiper. Une simple phrase émanant de leur vaste expérience peut changer le cours de votre avenir. Veillez

également à manifester votre reconnaissance à ceux qui vous guident. Il est essentiel de leur faire savoir que l'aide qu'ils vous apportent est significative.

Faites attention, cependant, à ne pas contracter le syndrome de l'étudiant « collant » ! Les professeurs généreux, en particulier, attirent parfois, tels des aimants, les étudiants qui ont plus besoin d'accaparer l'attention de l'enseignant, pour booster leur ego, que d'obtenir des réponses aux questions qu'ils posent. Les professeurs bienveillants peuvent ainsi s'épuiser à essayer de satisfaire des désirs qui ne peuvent l'être.

Évitez également de tomber dans le piège qui consiste à croire *dur comme fer* que votre réponse est correcte, et à tenter de forcer votre professeur à suivre les étapes alambiquées de votre raisonnement, alors que votre réponse est clairement erronée. De temps à autre, vous aurez peut-être raison, en fin de compte, mais pour de nombreux enseignants, en particulier de haut niveau en maths et en sciences, essayer de suivre une pensée tordue et inexacte revient à écouter des instruments de musique désaccordés : c'est un exercice douloureux et ingrat. En général, il vaut mieux reprendre votre pensée à la base, et écouter les suggestions de votre professeur. Quand vous comprendrez finalement la réponse, vous pourrez toujours faire un retour en arrière, si vous souhaitez corriger votre erreur de départ (souvent, vous réaliserez tout à coup qu'elle était monumentale). Les bons enseignants et mentors sont souvent très occupés, vous devez utiliser leur temps judicieusement.

Les enseignants vraiment exceptionnels font paraître leur sujet à la fois simple et profond. Ils mettent en place des mécanismes pour que les étudiants apprennent les uns des autres, et ils donnent envie aux élèves d'apprendre par eux-mêmes. Celso Batalha, par exemple, un célèbre professeur de physique d'Evergreen Valley College, a organisé un groupe de lecture très apprécié de ses étudiants, dont le thème est : « apprendre à apprendre ».

Et de nombreux professeurs emploient dans leurs classes des techniques d'« enseignement actif » et d'« enseignement collaboratif », qui offrent la possibilité aux étudiants d'affronter réellement un sujet, et de se frotter aux autres élèves.

Au fil des années, un fait continue de me surprendre. Certains des plus brillants professeurs que j'ai pu rencontrer m'ont dit que dans leur jeunesse, ils étaient trop timides, trop incapables de parler en public, et trop ignorants pour

pouvoir espérer devenir enseignants un jour. Ils ont finalement eu la surprise de découvrir que ces particularités, qu'ils considéraient comme des défauts, les avaient en fait aidés à devenir les éducateurs et les professeurs prévenants, attentifs et créatifs qu'ils sont devenus. Il semblerait que leur introversion les ait rendus plus attentionnés et sensibles aux autres, et que leur humilité et la conscience de leurs défaillances passées les aient rendus patients, en les empêchant de devenir des je-sais-tout distants.

Une autre raison d'apprendre par soi-même : les questions d'examen bizarres

Revenons au monde de l'apprentissage traditionnel, dans le secondaire et à l'université, où quelques informations d'initiés vous aideront à réussir. L'un des secrets des profs de maths et de sciences est qu'ils puisent souvent les questions de leurs quiz et examens dans des livres qui ne sont pas sur la liste des lectures obligatoires du cours. Après tout, il est difficile de trouver des nouvelles questions d'examen à chaque semestre.

Ce qui signifie que les questions des épreuves présentent souvent de légères différences, dans leur terminologie ou leur méthode, qui peuvent vous faire perdre vos moyens, même si vous connaissez bien votre manuel et les cours de votre enseignant. Vous risquez de finir par croire que vous n'avez aucun don pour les maths et les sciences, alors qu'il vous suffisait simplement de voir votre matière à travers différents prismes au cours du semestre.

Attention aux snipers intellectuels

Santiago Ramón y Cajal savait fort bien comment on mène des recherches scientifiques, mais aussi comment les gens interagissent. Il avertissait ses collègues qu'il y aurait toujours des individus pour tenter de saper leurs efforts ou de critiquer leurs accomplissements. Tout le monde est concerné, pas seulement les lauréats du prix Nobel. Si vous brillez dans vos études, certains

autour de vous pourront se sentir menacés. Et plus vous réussirez, plus certaines personnes vous attaqueront et vous rabaisseront.

Cependant, si vous ratez un examen, vous pouvez également rencontrer des gens qui vous lanceront encore plus de piques, en disant que vous n'êtes pas à la hauteur. L'échec n'a pourtant rien de terrible. Analysez ce que vous avez mal fait, et servez-vous de cette analyse pour vous corriger, et faire mieux la fois suivante. Les échecs vous en apprennent davantage que les réussites, car ils vous forcent à repenser votre démarche.

Certains étudiants « plus lents » ont des difficultés en maths et en sciences parce qu'ils ne semblent pas comprendre des idées que les autres trouvent évidentes. Malheureusement, ces étudiants pensent parfois d'eux-mêmes qu'ils ne sont pas très intelligents. Mais en réalité, grâce à leur réflexion plus lente, ils peuvent percevoir des subtilités déroutantes, dont les autres ne sont même pas conscients. Leur situation est comparable à celle du randonneur qui remarque le parfum des pins et les chemins tracés dans les bois par des petits animaux, contrairement à l'automobiliste qui file à toute vitesse sur les routes, sans rien voir.

Hélas, certains éducateurs se sentent menacés par les questions faussement simples que les « étudiants-randonneurs » peuvent poser. Au lieu de reconnaître à quel point ces questions sont judicieuses, ces enseignants attaquent ceux qui les posent, en faisant des réponses brusques, qui ignorent la question et signifient : « Faites ce que l'on vous dit de faire, comme tout le monde. » Ces étudiants se sentent alors idiots, et sont encore plus perdus (ne l'oubliez pas, un enseignant ne sait pas toujours si vous réfléchissez sérieusement à un problème, ou si vous avez simplement du mal à voir que, vous aussi, vous avez un rôle à jouer pour pouvoir comprendre des questions simples ; comme c'était mon cas quand je me comportais de façon agressive au lycée).

En tout cas, si vous avez du mal à comprendre quelque chose d'évident, ne désespérez pas. Pour trouver de l'aide, tournez-vous vers vos camarades de classe, ou Internet. Un truc utile consiste à essayer de trouver un autre enseignant, ayant une bonne réputation, qui enseigne parfois le même cours. Les enseignants comprennent souvent ce que vous vivez, et ils sont parfois disposés à vous aider, si vous n'abusez pas de leur aide. Souvenez-vous que cette

situation est temporaire, et qu'elle n'est jamais aussi désespérée qu'elle peut le paraître sur le coup.

Comme vous le constaterez quand vous entrerez dans le monde du travail (si ce n'est pas déjà fait), bon nombre d'individus veulent davantage affirmer leurs propres idées, et se mettre en valeur, que vous aider. Dans ce genre de situation, la frontière est parfois ténue entre rester ouvert aux explications et aux critiques constructives, et se montrer fermé aux observations ou aux critiques dites constructives, mais en réalité malveillantes. Quelles que soient les critiques, si vous êtes envahi par une vague d'émotion ou de certitude (« Pourtant j'ai raison ! »), cela indique peut-être que vous êtes dans le vrai, ou à l'inverse (ce qui est plus probable, étant donné votre émotion), que vous devez réexaminer les choses d'un point de vue plus objectif.

On nous dit souvent que l'empathie est forcément bénéfique, mais c'est faux. Il est important d'apprendre à faire preuve, par moments, d'une froideur impartiale, qui vous aidera à vous concentrer sur ce que vous essayez d'apprendre, mais aussi à vous détacher des autres, si vous découvrez que leur seul intérêt est de vous démolir. De telles attitudes ne sont que trop courantes, car les gens se montrent souvent aussi compétitifs que coopératifs. Quand on est jeune, cultiver ce genre de détachement peut s'avérer difficile. Nous sommes naturellement enthousiasmés par notre champ d'étude, et nous voulons croire que l'on peut raisonner avec tout le monde, et que presque tout le monde est naturellement bien disposé envers nous.

Comme Cajal, vous pouvez être fier de vouloir réussir *pour la raison même* qui fait dire aux autres que vous n'y parviendrez pas. Soyez fier de qui vous êtes, et en particulier des qualités qui vous rendent « différent ». Servez-vous de ces qualités comme d'un talisman pour réussir. Utilisez votre esprit de contradiction pour braver les préjugés, inévitables, sur ce que vous êtes capable de réaliser.

À VOUS DE JOUER !

L'intérêt des « défauts »

Choisissez un trait de caractère en apparence négatif, et décrivez comment celui-ci pourrait être bénéfique pour vous aider à apprendre ou à penser de façon créative ou autonome. Pouvez-vous imaginer une solution pour diminuer les aspects négatifs de ce trait de caractère, tout en accentuant ses aspects positifs ?

EN RÉSUMÉ

- Apprendre par soi-même est l'une des façons les plus intelligentes et les plus efficaces d'aborder l'apprentissage :
 - cela améliore votre capacité à penser de manière autonome ;
 - cela peut vous aider à répondre aux questions étranges que les professeurs vous jettent parfois en pâture aux examens.
- En matière d'apprentissage, la persévérance est souvent bien plus importante que l'intelligence.
- À l'occasion, exercez-vous à aller à la rencontre de personnes que vous admirez. Vous pourrez peut-être trouver de nouveaux mentors qui, d'une simple phrase, changeront le cours de votre existence. Mais utilisez le temps de vos enseignants et de vos mentors avec modération.
- Si vous ne parvenez pas à saisir rapidement l'essentiel de ce que vous étudiez, ne désespérez pas. Curieusement, il arrive souvent que les étudiants « lents » se débattent avec des questions d'une importance fondamentale, alors que les étudiants plus rapides passent entièrement à côté de ces questions. Quand vous finirez par comprendre, vous le ferez à un niveau bien plus profond.
- Les autres se montrent coopératifs, mais aussi compétitifs. Il y aura toujours des individus pour tenter de saper vos efforts, ou critiquer vos réussites. Apprenez à réagir à ce problème avec détachement.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Quelle idée est particulièrement importante (ou bien y a-t-il en lice plusieurs idées, d'importance égale) ?

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Quels sont les avantages et les inconvénients quand on apprend par soi-même, sans être guidé par un programme d'étude officiel ?
2. Faites une recherche dans Wikipedia avec les termes *List of autodidacts*. Parmi les nombreux autodidactes de la liste que vous trouverez, lequel aimeriez-vous le plus égaler ? Pourquoi ?
3. Choisissez une personne que vous admirez dans votre entourage (pas une célébrité), avec laquelle vous n'avez jamais vraiment discuté. Échafaudez un plan pour vous présenter à cette personne, puis mettez-le à exécution.

NICHOLAS WADE, RÉDACTEUR SCIENTIFIQUE DU NEW YORK TIMES, À PROPOS DE L'INDÉPENDANCE D'ESPRIT



Nicholas Wade, avec
l'aimable autorisation
de Nicholas Wade

Nicholas Wade écrit dans la rubrique scientifique du New York Times. Wade, qui a toujours été un penseur indépendant, doit son existence même à la liberté d'esprit de son grand-père, l'un des rares survivants du naufrage du Titanic. Quand la plupart des hommes à bord du bateau écoutèrent une rumeur et se ruèrent vers bâbord, le grand-père de Wade suivit son intuition et fila délibérément de l'autre côté, à tribord.

Wade nous présente ici les livres qu'il considère comme les plus intéressants sur les scientifiques et les mathématiciens.

« The Man Who Knew Infinity : A Life of the Genius Ramanujan, de Robert Kanigel. Ce livre raconte l'histoire incroyable de l'ascension intellectuelle du génie indien des mathématiques, Srinivasa Ramanujan, et de son ami, le mathématicien britannique G. H. Hardy. Voici mon anecdote préférée tirée de ce livre : "Un jour, dans le taxi qui l'amenait de Londres, Hardy remarqua le numéro

d'identification du véhicule : 1729. Il avait dû y réfléchir un peu, car lorsqu'il pénétra dans la pièce où Ramanujan se trouvait alité, après lui avoir à peine dit bonjour, il laissa échapper sa déception face à ce chiffre. Il déclara que c'était 'un chiffre plutôt terné', et ajouta qu'il espérait que ce n'était pas un mauvais présage.

'Non, Hardy', répondit Ramanujan. 'C'est un chiffre très intéressant. C'est le plus petit nombre exprimable comme somme de deux cubes, de deux façons différentes.'"

Noble Savages, de Napoleon Chagnon. Ce livre d'aventures, merveilleusement écrit, donne une idée de ce qui se passe quand on apprend à survivre et à s'épanouir au sein d'une culture totalement étrangère. À l'origine, Chagnon avait reçu une formation d'ingénieur. Ses recherches scientifiques ont transformé la façon dont nous comprenons le développement des cultures.

Men of Mathematics, de E. T. Bell. Il s'agit là d'un vieux classique éblouissant, indispensable à tous ceux qui s'intéressent à la façon dont les individus exceptionnels pensent. Qui pourrait oublier le malheureux Évariste Galois, qui, la veille de son décès (il fut tué lors d'un duel), passa la nuit à "griffonner fiévreusement ses dernières volontés, et, dans une course contre la montre, à glaner quelques-unes des grandes idées qui foisonnaient dans son esprit, car il pressentait qu'il allait être emporté par la mort. Il s'interrompait sans cesse pour gribouiller dans les marges : 'Je n'ai pas le temps, je n'ai pas le temps', et il passait au résumé suivant, qu'il jetait frénétiquement sur le papier." À dire vrai, c'est l'une des rares histoires passionnantes que le professeur Bell a peut-être exagérées, même si Galois a incontestablement passé son dernier soir à peaufiner l'œuvre de sa vie. Mais ce livre formidable a inspiré des générations d'hommes et de femmes. »

Éviter l'excès de confiance en soi

La force du travail d'équipe

Fred avait un problème. Il ne pouvait pas bouger sa main gauche. Ce n'était pas étonnant : un mois auparavant, alors qu'il prenait sa douche en chantonnant, Fred avait été victime d'un AVC ischémique de l'hémisphère droit. Comme l'hémisphère droit du cerveau contrôle la partie gauche du corps, la main gauche de Fred était désormais inerte.

Mais le véritable problème n'était pas là. Alors même que Fred ne pouvait actionner sa main gauche, il soutenait, en y croyant réellement, qu'il en était capable. Il expliquait l'absence de mouvement en disant qu'il était simplement trop épuisé pour lever ne serait-ce que le petit doigt. Ou bien il affirmait que sa main gauche avait bougé, mais que personne ne regardait à cet instant-là. Il arrivait même à Fred de déplacer discrètement sa main gauche à l'aide de sa main droite, puis d'annoncer fièrement que sa main avait bougé toute seule.

Heureusement, au fil des mois, sa main gauche se remit à fonctionner. Fred dit en plaisantant à son médecin qu'il était parvenu à se faire croire à lui-même qu'il pouvait bouger sa main, au cours des semaines qui avaient suivi son attaque. Il parlait gaiement de retrouver son travail de comptable.

Mais certains signes indiquaient que Fred n'allait pas pouvoir reprendre son train-train quotidien. Lui qui avait toujours été attentionné et prévenant se montrait maintenant dogmatique et suffisant. D'autres changements étaient perceptibles. Avant son AVC, Fred adorait plaisanter, mais désormais, il

hochait la tête sans comprendre la chute des blagues qu'on lui racontait. Ses compétences en matière d'investissements s'étaient également évaporées, et sa prudence avait été remplacée par un optimisme naïf et une confiance excessive.

Plus grave encore, Fred semblait être devenu imperméable aux émotions. Il essaya de revendre la voiture de sa femme sans même lui en parler, et fut surpris quand celle-ci se montra contrariée. Et quand le vieux chien adoré de la famille mourut, Fred resta assis tranquillement à manger du popcorn, en regardant son épouse et ses enfants pleurer, comme s'il assistait à une scène de film.

Ce qui rendait ces changements difficiles à comprendre, c'était que Fred semblait avoir conservé toute son intelligence, et il avait toujours une formidable facilité avec les chiffres. Il était encore capable d'établir rapidement le bilan d'une entreprise, ou de résoudre des problèmes d'algèbre complexes. Une anomalie curieuse, cependant, était que si Fred commettait une erreur dans ses calculs, et qu'il parvenait à un résultat absurde, par exemple si un stand de hot-dog affichait des pertes de près d'un milliard de dollars, cela ne lui posait aucune difficulté. Fred n'avait pas une vision globale du problème, qui aurait provoqué en lui un déclic signifiant : « Attendez une minute, cette réponse n'a aucun sens ! »

Il se trouve que Fred était la victime typique d'un trouble perceptif de l'hémisphère droit. L'AVC avait rendu de grandes zones de l'hémisphère droit de son cerveau inopérantes. Fred pouvait encore fonctionner, mais en partie seulement.

S'il faut prendre des précautions quand on évoque les théories, souvent erronées et superficielles, qui ont trait au « cerveau gauche » et au « cerveau droit », il ne faut pas non plus jeter le bébé avec l'eau du bain, et ignorer des recherches utiles qui fournissent des indices intrigants sur la différence entre les deux hémisphères.



Sur ce scanner cérébral, la flèche indique une zone assombrie, celle des lésions dues à un AVC ischémique de l'hémisphère droit.

AVC ischémique, scanner du cerveau avec infarctus cérébral, de Lucien Monfils, © Wikimedia commons

Le cas de Fred devrait nous alerter quant au danger de ne pas utiliser toutes nos capacités cognitives, qui font intervenir de nombreuses régions de notre cerveau. Bien entendu, ne pas utiliser certaines de nos capacités n'est pas aussi dramatique pour nous que pour Fred, mais même un léger refus d'en utiliser certaines peut avoir des effets étonnamment négatifs sur notre activité.

Éviter l'excès de confiance en soi

De nombreuses recherches montrent que l'hémisphère droit nous aide à prendre du recul et à replacer notre activité dans un contexte d'ensemble. Les personnes dont l'hémisphère droit est lésé sont souvent incapables de ressentir « l'effet eureka ». C'est pourquoi Fred ne parvenait pas à saisir la chute d'une plaisanterie. Il s'avère que l'hémisphère droit est d'une importance cruciale pour rester sur les rails et prendre conscience de la réalité.

Dans un sens, quand vous bâclez un devoir, ou un problème d'examen, et que vous ne relisez pas votre travail, vous agissez un peu comme quelqu'un qui refuse d'utiliser certaines parties de son cerveau. Vous n'avez pas fait de pause

pour souffler mentalement, avant de revoir ce que vous venez de faire, en adoptant une perspective globale, afin de vérifier que votre résultat tient debout.

Comme le grand spécialiste des neurosciences V. S. Ramachandran l'a fait remarquer, l'hémisphère droit joue un rôle d'« avocat du diable, qui remet en cause le statu quo et cherche des incohérences globales », tandis que « l'hémisphère gauche essaie toujours de s'accrocher avec force à l'état actuel des choses ». Cela fait écho aux travaux innovants du psychologue Michael Gazzaniga, qui a postulé que l'hémisphère gauche nous servait à interpréter le monde, et qu'il se montrait prêt à tout pour que ses interprétations ne changent pas.

Lorsque vous travaillez en mode concentré, il est facile de commettre des erreurs bénignes dans vos hypothèses ou vos calculs. Quand vous sortez des rails dès le début, peu importe si le reste de votre travail est exact, votre réponse finale restera fausse. Parfois même tellement fausse qu'elle en devient risible, par exemple si on vous demande de calculer la circonférence de la terre et que vous obtenez comme résultat 25 centimètres ! Pourtant vous ne prêtez pas attention à ce résultat absurde parce que le mode concentré, plus axé sur l'hémisphère gauche, entretient un désir de s'accrocher au travail produit.

C'est le défaut du mode d'analyse concentré, qui s'appuie sur l'hémisphère gauche : il permet une approche analytique et positive, mais de nombreuses études montrent qu'il a aussi tendance à la rigidité, au dogmatisme et à l'égoцентриté.

Quand vous êtes absolument certain que le travail que vous avez fourni, pour faire un devoir ou passer une épreuve, est de qualité, prenez conscience que ce sentiment repose peut-être en fait sur une vision excessivement confiante, qui émane en partie de l'hémisphère gauche. Si vous prenez du recul et que vous vérifiez votre travail de nouveau, vous favorisez l'interaction entre les hémisphères, et vous profitez des perspectives et des capacités particulières de ces deux parties du cerveau.

Ceux qui ne se sentent pas à l'aise en maths tombent souvent dans le piège du « jeu de bingo avec des équations ».

Ils tentent désespérément de trouver une structure dans ce que proposent l'enseignant ou le manuel, et ils essaient de faire tenir leurs équations dans cette

structure coûte que coûte. Les bons élèves vérifient le travail qu'ils produisent, pour s'assurer qu'il est sensé. Ils se demandent ce que les équations signifient et d'où elles viennent.

« Le premier principe est que vous ne devez pas vous tromper vous-même, et vous êtes la personne la plus facile à tromper. »

Le physicien Richard Feynman, donnant des conseils pour éviter les pseudosciences qui essaient de se faire passer pour de la science.

L'intérêt du brainstorming

Niels Bohr joua un rôle important dans le projet Manhattan, durant la Seconde Guerre mondiale, quand l'Amérique faisait la course avec l'Allemagne nazie pour fabriquer une bombe atomique. Bohr était l'un des plus grands physiciens de tous les temps, ce qui faisait, en fin de compte, qu'il lui était difficile de réfléchir intelligemment à la physique.

Bohr était si respecté, en tant que génie qui avait pressenti la théorie quantique, que sa pensée était considérée comme incontestable. Cela signifiait qu'il ne pouvait plus faire de brainstorming avec ses collègues. Quelle que soit l'idée qu'il proposait, même complètement farfelue, les autres physiciens qui travaillaient sur la bombe atomique poussaient des grands cris admiratifs.

Bohr résolut ce problème d'une façon curieuse.

Il apparut que Richard Feynman était très doué pour ne pas se laisser intimider. Il voulait simplement faire de la physique, peu importe avec qui. Il était tellement doué qu'il devint l'atout de Bohr.

Feynman n'était à cette époque qu'un jeune homme perdu dans la foule, parmi les centaines d'éminents physiciens qui se trouvaient à Los Alamos. Mais Bohr choisit Feynman pour faire avec lui des séances de remue-méninges privées, avant d'aller retrouver les autres physiciens. Pourquoi ? Feynman était le seul à ne pas se laisser intimider par Bohr, et il était capable de lui dire que certaines de ses idées étaient idiotes.

Bohr ne l'ignorait pas : réfléchir collectivement, et travailler avec d'autres personnes, tant que celles-ci connaissent votre domaine, peut être très utile.



Niels Bohr, paressant en compagnie d'Albert Einstein, en 1925.
Niels Bohr se reposant avec Einstein en 1925, photo de Paul Ehrenfest, ©
Wikimedia commons

Parfois, utiliser encore davantage votre puissance neuronale, ainsi que les deux modes, et vos deux hémisphères, pour analyser votre travail, n'est tout simplement pas suffisant. Après tout, une erreur peut échapper à n'importe qui. Votre mode concentré, naïvement positif, peut tout à fait rater cette erreur, surtout si *vous* en êtes l'auteur au départ. Pire, vous pouvez croire aveuglément que votre travail est parfait sur le plan intellectuel, alors que ce n'est pas le cas (c'est ainsi que vous pouvez avoir un choc quand vous découvrez que vous avez raté un examen, alors que vous pensiez l'avoir réussi brillamment).

En mettant un point d'honneur à étudier avec des amis de temps en temps, vous pourrez plus facilement repérer à quel moment votre réflexion s'égare. Vos amis et vos camarades de classe constitueront une sorte de mode diffus géant, aux questions incessantes, en dehors de votre propre cerveau, si bien qu'il pourra détecter ce qui vous a échappé, ou ce que vous ne parvenez tout bonnement pas à voir. Et, bien entendu, comme nous l'avons déjà dit, expliquer un problème à des amis vous permettra d'améliorer votre propre compréhension.

Le travail en commun, avec d'autres étudiants, n'est pas seulement lié à la résolution de problèmes, il est également important pour développer sa carrière. Un simple conseil donné par un coéquipier, comme suivre le cours de tel professeur exceptionnellement passionné, ou se renseigner sur tel nouveau poste à pourvoir, peut amener un changement incroyable dans votre vie.

L'un des articles les plus cités en sociologie, « La force des liens faibles » du sociologue Mark Granovetter, décrit comment le nombre de vos connaissances, et non celui de vos amis proches, permet de prédire votre accès aux idées les plus récentes, ainsi que votre réussite sur le marché du travail. Vos meilleurs amis, après tout, ont tendance à fréquenter les mêmes cercles sociaux que vous, mais de simples connaissances, comme vos camarades de classe, auront tendance à aller dans des cercles différents, ce qui signifie que votre accès au mode diffus interpersonnel, « en dehors de votre cerveau », connaîtra une croissance exponentielle.

Ceux avec qui vous étudiez doivent avoir, au moins par moments, une attitude critique offensive. Des recherches sur la créativité collective montrent que les interactions complaisantes, sans jugements portés, sont moins productives que les séances où la critique est acceptée, et même encouragée comme faisant partie du jeu.

Si vous, ou l'un de vos camarades d'études, pensez que quelque chose cloche dans un raisonnement, il est important de pouvoir le dire clairement, sans prendre de pincettes, et de discuter sans avoir à s'inquiéter de heurter des sensibilités. Bien entendu, il ne s'agit pas de démolir les autres gratuitement, mais à trop vouloir établir un univers rassurant, dépourvu de critiques, on anéantit en fait la possibilité de penser de façon constructive et créative, parce

que l'on se concentre alors surtout sur les personnes, et non sur le problème posé.

Comme Feynman, vous devez vous souvenir que les critiques, que vous les formuliez ou que vous en soyez le destinataire, ne s'adressent pas réellement aux personnes. L'important est ce que vous essayez de comprendre.

Dans le même ordre d'idées, les gens ne savent pas toujours que la compétition peut être une bonne chose, car cette forme de collaboration intense permet souvent de tirer le meilleur des individus.

Les camarades avec lesquels vous faites du brainstorming, vos amis et vos coéquipiers, peuvent vous aider d'une autre manière. Souvent, il nous importe peu de paraître ridicules devant nos amis. Mais nous ne voulons pas pour autant paraître *trop* ridicules, en tout cas pas trop souvent. Étudier avec d'autres, donc, revient un peu à vous entraîner devant un public. Des recherches montrent que s'exercer ainsi en public permet d'avoir une plus grande présence d'esprit, et de mieux réagir dans des situations stressantes, comme celles que vous rencontrez quand vous passez des examens, ou que vous faites un exposé.

Vos camarades d'études ont un autre intérêt, qui concerne la remise en cause de vos sources quand celles-ci se trompent. Inévitablement, même si votre enseignant ou votre manuel sont excellents, il peut leur arriver de commettre une erreur. Vos amis vous aideront à démêler la confusion qui en découle, et vous éviteront de perdre des heures à suivre des fausses pistes, et à essayer d'expliquer quelque chose de complètement faux, qui ne peut donc pas être expliqué.

Un dernier avertissement : les groupes peuvent s'avérer très efficaces pour apprendre les maths, les sciences, le génie et la technologie, mais certainement pas si vos séances d'études collectives virent à la fête ! Limitez le plus possible les bavardages, remettez votre groupe sur les rails, et finissez ce que vous avez à faire. Si vous constatez que vos réunions commencent en retard, que les membres du groupe n'ont pas lu vos documents, et que la conversation est fréquemment hors sujet, trouvez-vous un autre groupe.

LE TRAVAIL D'ÉQUIPE POUR LES INTROVERTIS

« Je suis introverti, et je n'aime pas travailler avec d'autres personnes. Mais quand j'ai commencé à récolter des notes plutôt médiocres dans mes cours de génie à la fac (c'était dans les années 1980), j'ai décidé de chercher de l'aide, mais je ne voulais toujours pas travailler en groupe. Comme il n'y avait pas de forums de discussion sur Internet à cette époque, les étudiants se laissaient des notes sur la porte de leurs chambres, dans les dortoirs. Mon copain Jeff et moi avions un système ; si j'écrivais par exemple : "1) 1,7 m/s", cela signifiait que la réponse au premier problème que l'on nous avait donné était "1,7 mètre par seconde". Ensuite, quand je sortais de ma douche, je voyais que Jeff avait répondu : "Non, 1) 11 m/s". Alors je relisais fiévreusement mon travail, et je trouvais une erreur, mais ma réponse devenait "8,45 m/s". Donc j'allais voir Jeff dans sa chambre, et chacun défendait ardemment sa solution, tandis que Jeff gratouillait sa guitare, qu'il portait en bandoulière. Puis nous retournions chacun à notre travail, et je réalisais soudain que la réponse était "9,37 m/s", et lui aussi. Finalement, nous obtenions tous les deux la note maximale. Comme vous pouvez le constater, il existe des façons de travailler à plusieurs qui n'exigent que des interactions minimales, si vous n'aimez pas fonctionner en groupe. »

Paul Blowers, professeur émérite (pour son enseignement
extraordinaire), université de l'Arizona.

EN RÉSUMÉ

- Le mode concentré peut vous faire commettre de graves erreurs, même si vous êtes persuadé d'avoir tout fait correctement. Après avoir vérifié de nouveau votre travail, vous aurez une vision plus large de vos réponses, en utilisant des processus neuronaux légèrement différents, qui vous permettront de remarquer les bourdes.
- Travailler avec d'autres personnes qui n'ont pas peur de ne pas être d'accord avec vous peut :
 - vous aider à détecter les erreurs dans votre réflexion ;
 - vous rendre plus facile de penser rapidement, avec à-propos, et de bien réagir dans des situations stressantes ;
 - améliorer votre apprentissage en garantissant que vous comprenez vraiment ce que vous expliquez aux autres, et en renforçant ce que vous savez ;
 - vous permettre d'acquérir des relations importantes, et vous aider à faire de meilleurs choix professionnels.
- Les critiques, dans le cadre de vos études, que vous les formuliez ou que vous en soyez le destinataire, ne doivent pas être prises sur un plan personnel. Il s'agit seulement de ce que vous essayez de comprendre.
- Le plus facile est de vous tromper vous-même.

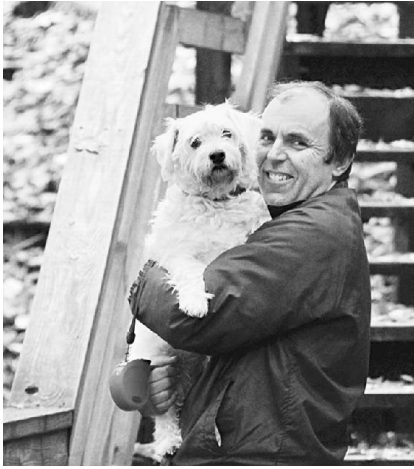
ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Essayez de vous souvenir d'une partie d'entre elles quand vous vous trouvez avec vos amis – ce qui leur fera également savoir à quel point leurs interactions avec vous sont importantes !

AMÉLIOREZ VOTRE APPRENTISSAGE

1. Décrivez une occasion où vous étiez sûr à 100 % de quelque chose, qui s'est révélé faux par la suite. Après cet incident, et d'autres du même genre, pensez-vous que vous êtes désormais plus apte à accepter les critiques ?
2. Comment pouvez-vous rendre vos séances d'études collectives plus efficaces ?
3. Comment réagiriez-vous si vous vous trouviez dans un groupe qui semble se focaliser sur des questions ne concernant pas vos études ?

LA VISION DE L'APPRENTISSAGE DE **BRAD ROTH**, PROFESSEUR DE PHYSIQUE,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ AMÉRICAINE DE PHYSIQUE, ET COAUTEUR DE
INTERMEDIATE PHYSICS FOR MEDICINE AND BIOLOGY



Brad Roth, photo de
Yang Xia, avec l'aimable
autorisation de Brad
Roth

« Dans mes cours, j'insiste sur le fait qu'il faut penser avant de calculer. Je déteste vraiment l'habitude de nombreux étudiants qui consiste à utiliser directement des calculatrices. De même, je rappelle constamment aux étudiants que les équations ne sont pas de simples formules dans lesquelles on injecte des chiffres pour obtenir d'autres chiffres. Les équations racontent une histoire sur la façon dont le monde physique fonctionne. Selon moi, l'essentiel pour comprendre une équation en physique est de percevoir l'histoire qui se cache dessous. La qualité compte plus que la quantité : il est plus important de bien comprendre une équation que d'en extraire des chiffres simplement exacts.

Voici quelques conseils supplémentaires :

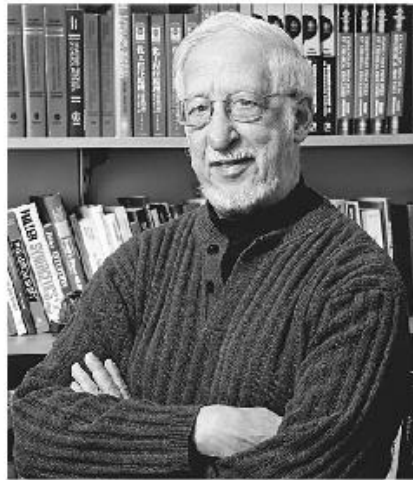
1. Il faut souvent bien moins de temps pour vérifier votre travail que pour résoudre un problème. Il est vraiment dommage de passer vingt minutes à résoudre un problème, pour se tromper finalement parce que vous n'avez pas consacré deux minutes à vous relire.
 2. Les unités de mesure sont vos amis. Si les unités de chaque côté de l'équation ne sont pas égales, votre équation n'est pas correcte. Vous ne pouvez pas ajouter quelque chose en secondes à quelque chose exprimé en mètres. Si vous ajoutez des pommes à des cailloux, vous n'en tirerez rien de comestible. Vous pouvez inspecter de nouveau votre travail, et si vous trouvez l'endroit où les unités cessent d'être égales, vous trouverez probablement votre erreur. On m'a déjà demandé de réviser des travaux de recherche, destinés à des revues spécialisées, qui contenaient des erreurs de ce genre.
 3. Il faut réfléchir à la signification de l'équation, pour que votre résultat mathématique et votre intuition correspondent. S'ils ne correspondent pas, soit vous avez commis une erreur en maths, soit votre intuition était erronée. Dans les deux cas, vous serez gagnant si vous trouvez pourquoi les deux ne correspondent pas.
 4. (Niveau un peu plus avancé.) Quand une formule est compliquée, prenez des cas limites, où une variable quelconque va jusqu'à zéro ou l'infini, et regardez si cela vous aide à comprendre le sens de l'équation. »
-

Passer des examens

Nous l'avons déjà dit, mais il est toujours utile de le répéter, haut et fort : passer des examens constitue *en soi* une expérience d'apprentissage extrêmement utile ! Ce qui signifie que les efforts que vous faites en vue de passer une épreuve – y compris les mini-tests préliminaires, quand vous utilisez le « rappel », et les résolutions de problèmes au cours de votre préparation – ont une importance fondamentale. Si vous comparez ce que vous apprenez en une heure quand vous étudiez, et ce que vous apprenez quand vous passez un examen d'une heure sur le même sujet, vous retiendrez et apprendrez bien plus de choses dans le second cas. Passer un examen, semble-t-il, est un formidable moyen de focaliser l'esprit.

La quasi-totalité de ce livre a été conçue pour que le déroulement d'un examen vous semble facile et naturel, comme un simple prolongement des méthodes que vous suivez d'ordinaire pour apprendre un sujet. Ainsi, le moment est venu d'aller directement à l'un des éléments centraux de ce chapitre, et de tout le livre : une liste de vérification, que vous pouvez utiliser pour voir si votre préparation aux examens est optimale.

Check-list de préparation aux examens



Richard M. Felder, avec l'aimable autorisation de Richard M. Felder

Le professeur Richard Felder est une véritable légende parmi les enseignants spécialisés dans le domaine du génie. Il en a sans doute fait autant, ou davantage, que tout autre enseignant de ce siècle pour aider les étudiants du monde entier à exceller en maths et en sciences. L'une des techniques les plus simples, et peut-être les plus efficaces, que le Dr Felder a utilisées pour aider les étudiants, est décrite dans une note qu'il a rédigée à l'intention d'élèves déçus par les notes qu'ils obtenaient à leurs examens.

« Vous êtes nombreux à avoir dit un jour à vos enseignants que vous connaissiez bien mieux le contenu de leur cours que votre dernière note d'examen pouvait le leur faire croire. Et certains d'entre vous ont demandé ce que vous devriez faire pour éviter que cette situation se reproduise à l'épreuve suivante.

Permettez-moi de vous poser quelques questions sur votre façon de vous préparer à un examen. Répondez aussi honnêtement que possible. Si vous répondez "non" à un grand nombre de questions, vos notes décevantes ne devraient pas trop vous surprendre. S'il reste encore beaucoup de "non" après le prochain test, les notes décevantes obtenues à ce test devraient encore moins vous étonner. Si votre réponse à la plupart de ces questions est "oui", et que vous avez néanmoins obtenu une mauvaise note, c'est que le problème doit venir d'ailleurs. Il serait

alors bon de rencontrer votre professeur, ou un conseiller pédagogique, pour voir si vous pouvez trouver de quoi il s'agit.

Vous remarquerez que plusieurs questions présupposent que vous travaillez avec des camarades de classe pour faire vos devoirs, soit en comparant les réponses que vous avez d'abord obtenues individuellement, soit en vous réunissant pour trouver ensemble les solutions. Les deux méthodes sont bonnes. En fait, si vous travaillez entièrement seul, et que vos notes d'examen laissent à désirer, je vous encourage fortement à trouver un ou deux partenaires, pour faire vos devoirs et étudier avec eux avant la prochaine épreuve (mais méfiez-vous de la deuxième méthode si vous vous contentez de laisser les autres chercher les solutions, car vous vous causerez alors probablement plus de tort que de bien).

La réponse à la question "Comment dois-je me préparer à un examen ?" devient évidente une fois que vous avez rempli la check-list. Vous devez : faire tout ce qui est nécessaire pour pouvoir répondre "oui" à la plupart des questions !

Check-list de préparation aux examens

Répondez "oui" uniquement si vous avez fait *la plupart du temps* ce qui est décrit (et non "occasionnellement" ou "jamais").

Devoirs à la maison

1. Avez-vous fait un effort sérieux pour comprendre le cours ? (se contenter de rechercher des exemples corrigés pertinents ne compte pas)

Oui / Non

2. Avez-vous travaillé avec des camarades de classe sur des problèmes donnés en devoirs, ou au moins vérifié vos solutions avec d'autres étudiants ?

Oui / Non

3. Avez-vous essayé d'ébaucher chaque solution aux problèmes donnés en devoirs avant de travailler avec vos camarades ?

Oui / Non

Préparation aux examens

Plus vous avez indiqué de réponses “oui”, mieux vous êtes préparé à l’examen. Si vous avez indiqué deux réponses “non”, ou davantage, envisagez sérieusement de modifier votre façon de vous préparer avant votre prochain examen.

4. Avez-vous participé *activement* à des groupes de discussion sur les devoirs (en proposant des idées, en posant des questions) ?

Oui / Non

5. Avez-vous discuté avec votre enseignant, ou son assistant, quand un point vous posait des problèmes ?

Oui / Non

6. Aviez-vous compris TOUTES les solutions des problèmes de vos devoirs quand vous avez rendu ces derniers ?

Oui / Non

7. En cours, avez-vous demandé des éclaircissements sur les solutions des problèmes de vos devoirs qui ne vous semblaient pas compréhensibles ?

Oui / Non

8. Si vous aviez des fiches de révision, les avez-vous relues soigneusement avant l’examen, et étiez-vous convaincu de savoir faire tout ce qu’elles contenaient ?

Oui / Non

9. Avez-vous essayé d’ébaucher rapidement un grand nombre de solutions à des problèmes, sans passer du temps sur l’algèbre et les calculs ?

Oui / Non

10. Avez-vous passé en revue vos fiches de révision, et d’autres problèmes, avec vos camarades de classe, et vous êtes-vous interrogés les uns les autres ?

Oui / Non

11. S’il y avait une séance de révision organisée en classe avant l’examen, y avez-vous assisté, et avez-vous posé des questions sur tous les points dont vous n’étiez pas certain ?

Oui / Non

12. Avez-vous dormi un nombre d'heures raisonnable la veille de l'examen ? (si votre réponse est "non", vos réponses aux questions 1 à 11 n'ont sans doute pas beaucoup d'importance...)

Oui / Non

TOTAL Oui ____ / Non ____»

La technique des allers-retours difficile-facile

En général, on dit aux étudiants qui passent des examens en maths et en sciences de s'attaquer d'abord aux problèmes faciles. Cette méthode repose sur l'idée que lorsque vous avez terminé les problèmes relativement simples, vous avez aussi suffisamment pris confiance en vous pour gérer les questions plus difficiles.

Cette méthode fonctionne pour certains étudiants, mais surtout parce que *tout* fonctionne pour *certain*s étudiants. Malheureusement, pour la plupart des élèves, cette méthode s'avère contre-productive. Les problèmes difficiles prennent souvent beaucoup de temps, ce qui signifie qu'il faudrait commencer par eux dès le début de l'épreuve. Les problèmes difficiles se prêtent à merveille à la puissance créative du mode diffus. Mais pour avoir accès au mode diffus, il faudrait que vous puissiez *ne pas vous focaliser* sur ce que vous voulez à tout prix résoudre !

Alors, comment faire ? Les problèmes faciles en premier, ou bien les problèmes difficiles ?

La réponse est : commencez par les problèmes difficiles, mais passez rapidement aux problèmes faciles ! Voici ce que je veux dire :

Quand on vous distribue le sujet d'examen, jetez rapidement un coup d'œil dessus, pour vous faire une idée de ce qui vous attend (de toutes façons, il faut toujours procéder ainsi). Essayez de repérer ce qui semble être le problème le plus difficile.

Puis, quand vous attaquez les problèmes, commencez par ce qui vous semble être le problème le plus difficile. Mais préparez-vous à arrêter au bout

d'une minute ou deux si vous vous embourbez ou si vous avez l'impression de ne pas être sur la bonne voie.

Cette méthode induit quelque chose d'extrêmement utile. Commencer par ce qui est difficile permet de « charger » ce premier problème dans votre esprit. Ensuite, le fait de passer à quelque chose de plus facile détourne votre attention. *Ces deux activités permettent au mode diffus de se mettre au travail plus facilement.*

Si votre intervention initiale sur le premier problème difficile vous a désarçonné, passez à un problème facile, et terminez-le ou avancez le plus possible. Puis passez à un autre problème qui semble difficile, et essayez d'en faire au moins une partie. De nouveau, passez à quelque chose de plus facile dès que vous sentez que vous vous enlisez ou que vous vous retrouvez bloqué.

« Avec mes étudiants, je parle d'inquiétude positive et d'inquiétude négative. La bonne inquiétude favorise la motivation et la concentration, tandis que la mauvaise inquiétude n'est qu'une perte d'énergie. »

Bob Bradshaw, professeur de mathématiques, Ohlone College.

Quand vous revenez aux problèmes difficiles, vous aurez souvent la bonne surprise de constater que l'étape suivante, ou les étapes suivantes, de ce problème vous semblent plus claires. Vous ne pourrez peut-être pas terminer entièrement ces problèmes tout de suite, mais au moins, vous pourrez avancer, avant de passer à un autre problème, sur lequel vous pourrez progresser également.

Dans un sens, en abordant les examens de cette façon, vous agissez comme un cuisinier efficace. Pendant que vous attendez qu'un steak cuise, vous émincez rapidement une tomate pour en faire une garniture, puis vous vous tournez vers l'assaisonnement de la soupe, et vous remuez les oignons qui rissolent. La technique des allers-retours difficile-facile fait appel de façon plus efficace à votre esprit, en permettant à différentes parties de votre cerveau de travailler simultanément sur différentes pensées.

Cette technique du va-et-vient entre le difficile et le facile, quand vous passez des examens, vous permettra, au moins, de travailler un peu sur chaque problème. C'est également une technique précieuse pour éviter l'*Einstellung*

(quand on se retrouve prisonnier d'une mauvaise approche), car vous aurez la possibilité d'examiner les problèmes sous des angles variés, à différents moments. Tout cela est particulièrement important si votre enseignant vous accorde une partie des points.

La seule difficulté, avec cette méthode, est que vous devez avoir l'autodiscipline suffisante pour interrompre votre travail sur un problème donné, quand vous vous retrouvez bloqué pendant une minute ou deux. La plupart des étudiants y parviennent facilement, mais certains ont besoin de beaucoup de volonté pour cela. De toutes façons, vous savez maintenant que la persévérance qui s'exerce à mauvais escient peut engendrer des difficultés inutiles en maths et en sciences.

Voilà peut-être pourquoi les étudiants qui passent des examens constatent parfois qu'une solution surgit dans leur esprit dès qu'ils sortent de la salle d'examen. Quand ils arrêtent, leur attention bascule, donnant au mode diffus le petit coup de pouce dont il avait besoin pour se mettre au travail et pour donner la solution, mais trop tard, bien entendu.

Parfois, les étudiants se disent qu'entamer un problème, puis s'interrompre, peut entraîner de la confusion dans un examen. Cela ne semble pas être le cas pour la plupart des élèves. Après tout, un cuisinier apprend à réunir les différentes composantes d'un repas. Mais si vous vous demandez encore si cette stratégie vous convient, essayez-la d'abord sur vos devoirs à faire à la maison.

Soyez conscient que, dans certaines situations, la technique des allers-retours difficile-facile peut ne pas convenir. Par exemple, si votre professeur n'accorde que quelques points pour un problème réellement difficile (certains enseignants aiment le faire), il vaut sans doute mieux concentrer vos efforts ailleurs. D'autre part, certains examens certifiés, qui sont informatisés, ne vous permettent pas de revenir en arrière, de sorte qu'il faut alors, face à une question difficile, simplement inspirer profondément (avec le ventre, en veillant aussi à expirer profondément) et faire de votre mieux.

Et si vous ne vous êtes pas bien préparé à l'examen, alors tant pis, essayez de « gratter » le plus de points possible avec les problèmes faciles.

GÉRER LA PANIQUE AVANT UN EXAMEN

« Je dis à mes étudiants qu'ils doivent affronter leurs craintes. Souvent, votre pire crainte est de ne pas obtenir des notes suffisantes pour pouvoir faire la carrière que vous avez choisie. Comment pouvez-vous réagir ? C'est simple, ayez un plan de rechange pour pouvoir suivre une autre carrière. Une fois que vous avez un plan qui répond à la pire éventualité, vous aurez la surprise de constater que vos craintes commencent à se dissiper.

Travaillez dur jusqu'au jour de l'examen, puis lâchez prise. Dites-vous : "Bon, voyons à combien de questions je peux répondre correctement. De toutes façons, il me reste mon autre choix de carrière." Cela vous aidera à évacuer le stress, de sorte que vous réussirez mieux votre épreuve, et que vous vous rapprocherez donc de votre premier choix de carrière ! »

Tracey Magrann, professeur de biologie,
Saddleback College.

Pourquoi l'angoisse peut apparaître lors d'un examen, et comment y faire face

Si vous avez tendance à stresser pendant les examens, gardez à l'esprit que votre organisme produit des substances chimiques, comme le cortisol, quand il est soumis à un stress. C'est ce qui entraîne moiteur des mains, palpitations cardiaques, et estomac noué. Mais curieusement, des recherches montrent que c'est votre façon d'interpréter ces symptômes, l'histoire que vous vous racontez à vous-même pour expliquer votre stress, qui fait toute la différence. Si, au lieu de penser « cet examen me fait peur », vous vous dites « cet examen m'incite à faire de mon mieux ! », vous améliorerez de façon significative vos performances.

Un autre bon conseil à donner à ceux qui ont tendance à paniquer pendant les examens est de se concentrer sur leur respiration. Détendez votre ventre, posez une main dessus, et inspirez lentement et profondément. Votre main devrait se soulever, tandis que toute votre poitrine se gonfle.

En pratiquant cette respiration profonde, vous envoyez de l'oxygène aux zones primordiales de votre cerveau. Vous lui signalez ainsi que tout va bien, ce qui contribue à vous calmer. Mais ne commencez pas à pratiquer ce genre de

respiration le jour de l'examen. Si vous vous êtes exercé au cours des semaines précédentes (une minute ou deux, de temps en temps, est suffisant), vous adopterez plus facilement le rythme respiratoire nécessaire durant l'examen (n'oubliez pas que s'exercer rend les choses permanentes !). Il est particulièrement utile d'adopter ce rythme de respiration profonde au cours des instants qui précèdent la distribution du sujet d'examen (si cela vous intéresse, il existe des dizaines d'applications pour vous aider).

Une autre technique fait appel à la « pleine conscience ». Il s'agit d'apprendre à faire la distinction entre une pensée qui apparaît naturellement (« j'ai un examen important la semaine prochaine ») et une projection émotionnelle qui emboîte le pas à cette première pensée (« si je rate cet examen, je vais me faire renvoyer, et je ne sais pas ce que je ferai alors ! »). Ces pensées accolées, semble-t-il, sont des projections, des reflets du mode diffus. Il suffit de quelques semaines d'un entraînement simple pour apprendre à recadrer ces pensées et sentiments, en tant que simples projections mentales accolées, ce qui contribue à soulager et calmer l'esprit. Recadrer vos réactions à ces pensées gênantes est bien plus efficace que d'essayer simplement de les supprimer. Les étudiants qui consacrent quelques semaines à pratiquer la méthode de la pleine conscience obtiennent de meilleurs résultats lors de leurs examens, et sont moins assaillis de pensées pénibles.

Maintenant, vous comprenez pourquoi attendre la fin d'un examen pour travailler sur les questions les plus difficiles peut être problématique. Alors que vous êtes de plus en plus stressé, parce que vous commencez à manquer de temps, vous vous retrouvez brusquement face aux problèmes les plus difficiles !

Votre niveau de stress grimpe en flèche, et vous vous concentrez intensément, en croyant que l'attention concentrée va résoudre vos problèmes, mais, bien entendu, votre focalisation empêche, au contraire, le mode diffus de pouvoir faire son travail.

Le résultat ? Une paralysie par excès d'analyse. La technique des allers-retours difficile-facile permet de l'éviter.

QUESTIONNAIRES À RÉPONSES MULTIPLES, ET ÉPREUVES D'ENTRAÎNEMENT :

QUELQUES CONSEILS

« Quand j'utilise des questionnaires à choix multiple, je constate parfois que les étudiants prennent à peine le temps de lire la question, et qu'ils se précipitent pour lire les possibilités de réponse. Je leur conseille de masquer toutes les réponses, et d'essayer de se souvenir du cours, pour pouvoir répondre à la question par eux-mêmes dans un premier temps.

Quand mes étudiants se plaignent que l'épreuve d'entraînement était bien plus facile que le véritable examen, je leur demande : "Quels sont les facteurs de trouble qui rendent les deux situations différentes ? Quand vous avez passé l'épreuve d'entraînement, vous trouviez-vous chez vous, avec de la musique en fond sonore pour vous détendre ? Avez-vous travaillé à deux avec un camarade de classe ? Sans limite de temps ? Avec des corrigés et des notes de cours sous la main ? Ces conditions ne sont pas exactement les mêmes que celles d'une salle d'examen bondée, avec une horloge qui fait tic-tac." J'incite d'ailleurs les étudiants angoissés par les examens à emporter leur épreuve d'entraînement dans une autre classe (une grande classe, où l'on peut se glisser discrètement, et s'asseoir au fond sans se faire remarquer), avant d'essayer de répondre aux questions. »

Susan Sajna Hebert, professeur de psychologie, Lakehead University.

Dernières remarques sur les examens

La veille d'un examen (ou de plusieurs examens), parcourez rapidement vos documents pour vous rafraîchir la mémoire. Vous aurez besoin de toute l'énergie de votre mode concentré et de votre mode diffus le lendemain, donc évitez d'imposer trop d'efforts à votre cerveau (on ne fait pas un jogging de 15 kilomètres la veille d'un marathon).

Ne vous sentez pas coupable si vous ne parvenez pas à travailler d'arrache-pied la veille d'un examen important. Si vous vous êtes préparé convenablement, c'est une réaction naturelle : vous « décrochez » inconsciemment, pour conserver votre énergie mentale.

Quand vous passez un examen, vous devez également vous souvenir que votre esprit peut vous faire croire que vos réponses sont correctes, même quand ce n'est pas le cas. Donc, chaque fois que c'est possible, vous devez cligner des yeux, déplacer votre attention, puis *revérifier vos réponses* dans le contexte

d'ensemble, en vous demandant : « Est-ce que ces réponses ont vraiment un *sens* ? » Il y a souvent plus d'une façon de résoudre un problème, et considérer vos réponses sous un angle différent constitue une occasion en or de vérifier ce que vous avez fait.

S'il est indispensable de vérifier la logique de votre travail en prenant du recul, ne perdez pas de vue que des erreurs banales (comme un signe moins que l'on a raté, des chiffres mal additionnés, etc.) ont fait trébucher même les étudiants les plus avancés dans le domaine des mathématiques, des sciences et du génie. Faites de votre mieux pour détecter les erreurs. Dans les cours de sciences, avoir des unités de mesure qui correspondent, de chaque côté d'une équation, fournit un indice important pour savoir si le problème a été résolu de façon correcte.

L'ordre dans lequel vous répondez aux questions d'un examen est également important. Les étudiants procèdent en général en allant du début à la fin. Quand vous vérifiez vos réponses, si vous commencez par la fin et que vous remontez jusqu'au début, votre cerveau se montrera parfois plus lucide, ce qui vous permettra de détecter plus facilement les erreurs.

Rien n'est jamais certain. Par moments, vous travaillerez dur et les dieux des examens ne seront simplement pas de votre côté. Mais si vous vous préparez bien, en vous entraînant et en développant une puissante bibliothèque mentale de techniques de résolution de problèmes, et que vous abordez les examens avec sagesse, vous constaterez que la chance sera de plus en plus souvent dans votre camp.

EN RÉSUMÉ

- Ne pas dormir suffisamment la veille d'un examen peut réduire à néant toute votre préparation.
- Passer un examen est une affaire sérieuse. De même que les pilotes de chasse et les médecins utilisent des check-lists, parcourir votre propre check-list de préparation aux examens peut considérablement augmenter vos chances de réussite.
- Les stratégies paradoxales, telles que la technique des allers-retours difficile-facile, permettent à votre cerveau de réfléchir à des problèmes difficiles, alors même que vous vous concentrez sur d'autres questions plus simples.
- L'organisme humain produit des substances chimiques quand il est soumis à un stress. Votre façon d'interpréter les réactions de votre corps à ces substances chimiques peut faire toute la différence. Si, au lieu de penser « cet examen me fait peur », vous vous dites « cet examen m'incite à faire de mon mieux ! », vous améliorerez de façon significative vos performances.
- Si vous paniquez pendant un examen, faites porter momentanément votre attention sur votre respiration. Détendez votre ventre, posez votre main dessus, et inspirez lentement et profondément. Votre main doit se soulever, de même que toute votre cage thoracique.
- Votre esprit peut vous faire croire que vos réponses aux problèmes sont correctes, même quand ce n'est pas le cas. Donc, chaque fois que vous le pouvez, vous devez cligner des yeux, déplacer votre attention, puis vérifier vos réponses dans le contexte d'ensemble, en vous demandant : « Ces réponses ont-elles vraiment du sens ? »

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de ce chapitre ? Quelles idées nouvelles, liées aux examens, devez-vous absolument essayer ?

AMÉLIORER VOTRE APPRENTISSAGE

1. Citez une étape préparatoire extrêmement importante avant de passer un examen (indice : si vous ne passez pas par cette étape, rien de ce que vous pouvez faire pour vous préparer ne comptera).
2. Expliquez comment vous pouvez savoir qu'il est temps de cesser de travailler sur un problème difficile, lors d'un examen, quand vous faites appel à la technique des allers-retours difficile-facile.
3. Une technique de respiration profonde vous a été proposée pour lutter contre les crises de panique. La description insistait sur le fait que la respiration doit amener le ventre, et pas seulement le haut de la poitrine, à se soulever. Pourquoi, selon vous ?
4. Dans quel but pouvez-vous essayer de déplacer momentanément votre attention, avant de vérifier de nouveau vos réponses lors d'un examen ?

LA PSYCHOLOGUE SIAN BEILOCK EXPLIQUE COMMENT ON PEUT ÉVITER DE « PANIQUER »



Sian Beilock, avec
l'aimable autorisation
de : University of
Chicago

Sian Beilock est professeur de psychologie à l'université de Chicago. C'est l'une des plus grandes spécialistes mondiales des solutions possibles pour atténuer les crises de panique dans des situations à fort enjeu. Elle est l'auteur du livre *Choke : What the Secrets of the Brain Reveal about Getting It Right When You Have To*.

« Les situations à fort enjeu, dans le domaine des études ou des performances en général, peuvent vous faire subir un niveau de stress important. Cependant, de plus en plus de recherches montrent que des interventions psychologiques assez simples permettent d'atténuer l'anxiété liée aux examens, et de renforcer ce que vous apprenez en cours. Ces interventions ne reposent pas sur un contenu universitaire, elles ciblent vos attitudes.

Mon équipe de recherches a découvert que si vous décrivez par écrit vos pensées et vos sentiments, au sujet d'un examen, juste avant de le passer, vous pourrez atténuer l'effet négatif de la pression sur

vos performances. Nous pensons qu'écrire contribue à débarrasser l'esprit des pensées négatives, ce qui rend ces pensées moins susceptibles de réapparaître et de vous gêner dans le feu de l'action.

Le stress bénin qui découle des nombreux "auto-tests" auxquels vous vous livrez quand vous étudiez peut également vous préparer au stress plus intense des véritables examens. Comme vous l'avez appris dans ce livre, vous tester vous-même pendant que vous apprenez est un formidable moyen de fixer les informations dans votre esprit, qui facilite également la récupération de ces informations lors d'un examen important.

Il est également vrai qu'un dialogue intérieur négatif, c'est-à-dire des pensées négatives qui surgissent dans votre propre esprit, peut réellement nuire à vos performances. Vous devez donc vous assurer que vos paroles et vos pensées sont toujours positives à votre égard quand vous vous préparez à un examen. Interrompez-vous au beau milieu d'une pensée, si nécessaire, pour empêcher toute négativité, même si vous croyez que les feux de l'enfer vous attendent. Si vous ratez un problème, ou même plusieurs problèmes, gardez le moral, et concentrez-vous sur le problème suivant.

En fin de compte, l'une des raisons pour lesquelles les étudiants paniquent parfois lors d'un examen est qu'ils se lancent frénétiquement dans la résolution des problèmes, avant même d'avoir réellement réfléchi à ce qu'ils affrontent.

Apprendre à faire une pause pendant quelques secondes avant de commencer à résoudre un problème, ou quand vous rencontrez un obstacle, peut vous aider à voir le meilleur chemin qui mène à la solution. Vous éviterez ainsi la pire sensation

de panique : quand vous comprenez brusquement que vous avez passé beaucoup de temps à suivre une voie sans issue.

Vous pouvez vraiment apprendre à limiter votre stress, mais curieusement, il ne faut pas l'éliminer totalement, car à petites doses, il peut vous aider à donner le meilleur de vous-même au moment crucial.

Bonne chance ! »

Révélez votre potentiel

Richard Feynman, le physicien joueur de bongos et prix Nobel, était un homme insouciant. Mais pendant quelques années, à la fois les meilleures et les pires de sa vie, son exubérance fut mise à rude épreuve.

Au début des années 1940, l'épouse bien-aimée de Feynman, Arlene, se trouvait dans un hôpital lointain, gravement malade de la tuberculose. Feynman ne pouvait aller la voir que rarement, car il vivait dans une ville isolée du Nouveau-Mexique, Los Alamos, où il travaillait sur l'un des projets les plus importants de la Seconde Guerre mondiale, une recherche top-secret, le projet Manhattan. À cette époque, Feynman n'était pas célèbre. Il ne bénéficiait donc d'aucun privilège.

Pour s'occuper l'esprit à la fin de ses journées de travail, quand l'angoisse ou l'ennui pointaient le bout de leur nez, Feynman se mit à apprendre à forcer les coffres-forts ! Il voulait peut-être pouvoir scruter les secrets les plus sombres et les plus profondément enfouis !

Devenir un perceur de coffre accompli n'a rien de facile. Feynman développa son intuition, étudia les structures internes des serrures, s'entraîna comme un pianiste de concert pour que ses doigts puissent lestement tester des permutations, quand il parvenait à trouver les premiers chiffres d'une combinaison.

Finalement, Feynman apprit qu'un serrurier professionnel venait d'être embauché à Los Alamos, un véritable expert, capable d'ouvrir un coffre en

quelques secondes. Il avait un spécialiste à portée de la main ! Feynman se dit que s'il parvenait à se lier d'amitié avec cet homme, les secrets les mieux gardés de cet art seraient vite à lui.

Dans ce livre, nous avons exploré de nouvelles façons d'envisager l'apprentissage. Parfois, comme nous l'avons vu, c'est le désir de comprendre *immédiatement* qui vous *empêche* de comprendre (tout se passe comme si, quand vous tendez la main droite trop vite, votre main gauche l'accompagnait automatiquement et vous retenait).

Les grands artistes, savants, ingénieurs et maîtres des échecs, comme Magnus Carlsen, exploitent le rythme naturel de leur cerveau, en commençant par concentrer intensément leur attention, en travaillant dur pour bien faire pénétrer le problème dans leur esprit. Puis ils tournent leur attention vers autre chose. Cette alternance entre modes de pensée, mode concentré et mode diffus, permet aux nuages de pensées de dériver plus facilement jusqu'à de nouvelles zones du cerveau. Finalement, des bribes de ces nuages, affinés, regonflés, peuvent réapparaître, avec des parties utiles d'une solution.

Remodeler votre cerveau ne dépend que de vous. L'essentiel est d'être persévérant et patient, et de travailler à bon escient avec les qualités et les défauts de votre cerveau.

Vous pouvez améliorer vos capacités de concentration en réorientant en douceur vos réactions à des signaux interruptifs, comme la sonnerie de votre téléphone ou le bip d'un SMS. La technique Pomodoro – une période d'attention concentrée, brève et chronométrée – est un outil puissant pour combattre les zombies bien intentionnés qui décident de vos réactions habituelles. Une fois que vous avez achevé une séance de travail concentré intense, vous pouvez alors réellement savourer la détente mentale qui s'ensuit.

Quel est le résultat de semaines et de mois d'efforts progressifs ? Des structures neuronales robustes, avec un « mortier » bien sec posé entre chaque nouvelle « couche » d'apprentissage. Apprendre de cette façon, avec des plages de relaxation régulières entre les moments d'attention concentrée, permet non seulement de s'amuser davantage, mais aussi d'apprendre plus en profondeur. Les phases de détente laissent le temps de découvrir de nouvelles perspectives,

pour synthétiser à la fois le contexte immédiat et la vue d'ensemble de notre travail.

Soyez conscient que certaines parties de notre cerveau sont « câblées » pour croire que tous les résultats que nous obtenons, même quand ils sont manifestement faux, sont tout à fait exacts. De fait, notre capacité à nous raconter des histoires à nous-mêmes est l'une des raisons pour lesquelles nous nous relisons une dernière fois avant de rendre nos copies d'examen (*Est-ce que mes réponses ont vraiment du sens ?*). En veillant à prendre du recul pour envisager notre travail sous un angle inédit, en nous testant par le « rappel », et en demandant à nos amis de nous poser des questions, nous pouvons plus facilement repérer les instants où nous avons l'illusion d'être compétents quand nous apprenons. Ce sont ces illusions, autant que le manque de compréhension, qui peuvent nous faire trébucher en cours de route quand nous étudions les maths et les sciences.

Apprendre par cœur, souvent à la dernière minute, a donné à de nombreux étudiants débutants le sentiment illusoire qu'ils comprenaient les maths et les sciences. Mais quand ces étudiants atteignent un niveau plus élevé, leur fragile compréhension finit par s'écrouler. Pour autant, notre compréhension croissante de la façon dont l'esprit apprend véritablement nous permet de dépasser l'idée simpliste que la mémorisation est forcément mauvaise. Nous savons maintenant que l'intériorisation profonde et répétée de chunks bien compris est essentielle pour maîtriser les maths et les sciences. De même que les athlètes ne peuvent pas développer correctement leurs muscles s'ils s'entraînent en catastrophe lors de séances de dernière minute, nous savons que les étudiants en maths et en sciences ne peuvent pas développer des chunks neuronaux solides s'ils procrastinent durant leurs études.

Quels que soient l'âge et le degré de sophistication des individus, certaines parties de notre cerveau restent enfantines. Cela signifie que nous pouvons parfois piquer des crises de colère, ce qui nous signale qu'il est temps de faire une pause.

Mais l'enfant qui est toujours présent en nous nous donne aussi la possibilité de lâcher prise, et d'utiliser notre créativité pour visualiser, mémoriser, aimer, et véritablement comprendre des concepts en maths et en

sciences qui, dans un premier temps, peuvent nous sembler terriblement difficiles.

D'une manière semblable, nous avons vu que la persévérance pouvait parfois s'exercer à mauvais escient, que la focalisation sans relâche sur un problème nous empêchait de le résoudre. En même temps, la persévérance générale, à long terme, est essentielle pour réussir dans presque n'importe quel domaine. Cette forme de ténacité peut nous aider à ignorer les inévitables détracteurs, ou les vicissitudes malheureuses de la vie, qui peuvent faire paraître nos objectifs et nos rêves trop éloignés pour être jamais atteints ou réalisés.

L'un des grands thèmes de ce livre est la nature paradoxale de l'apprentissage. L'attention concentrée est indispensable pour résoudre des problèmes, pourtant elle peut également bloquer notre capacité à les résoudre. La persévérance est essentielle, mais elle peut également nous amener à nous cogner la tête contre les murs inutilement. La mémorisation est un aspect crucial de l'acquisition des compétences, mais elle peut aussi nous inciter à ne cesser de regarder les arbres, au lieu de voir la forêt. Les métaphores nous permettent d'apprendre de nouveaux concepts, mais elles peuvent aussi nous enchaîner à des conceptions erronées.

Étudiez en groupes ou seul, commencez par ce qui est difficile ou par ce qui est facile, apprenez concrètement ou abstraitement ce qui marche et ce qui échoue... au bout du compte, intégrer les nombreux paradoxes de l'apprentissage donne de la valeur et du sens à tout ce que nous faisons.

Depuis fort longtemps, les plus grands penseurs ont utilisé le tour de magie qui consiste à simplifier, à décrire les choses dans des termes que même votre petit frère ou votre petite sœur peuvent comprendre. C'était exactement l'approche de Richard Feynman. Il mettait au défi certains des théoriciens des mathématiques les plus ésotériques d'expliquer leurs théories complexes en termes simples.

Il s'est avéré qu'ils en étaient capables. Vous pouvez y parvenir également. Et comme Feynman et Santiago Ramón y Cajal, vous pouvez utiliser les points forts de l'apprentissage pour réaliser vos rêves.

Tout en continuant à parfaire ses compétences en ouverture de coffres-forts, Feynman sympathisa avec le serrurier professionnel. Peu à peu, à force de discussions, il dépassa les simples rapports de politesse avec cet homme, et

explora de plus en plus profondément ses connaissances, pour essayer de percer les mystères de sa formidable maîtrise.

Un soir tard, finalement, le plus précieux des savoirs ésotériques du serrurier lui fut révélé.

Le secret du serrurier était qu'il connaissait les réglages par défaut du fabricant du coffre.

En connaissant ces réglages par défaut, le serrurier pouvait souvent ouvrir des coffres qui n'avaient jamais été modifiés depuis leur livraison par le fabricant. Alors que tout le monde pensait qu'il fallait faire appel à la sorcellerie pour ouvrir un coffre, il suffisait simplement de savoir comment le coffre était au sortir de l'usine.

Comme Feynman, vous pouvez acquérir des connaissances étonnantes, de façon à comprendre plus simplement, plus facilement, et avec moins de frustration. En comprenant les réglages par défaut de votre cerveau, la façon naturelle dont il apprend et pense, et en tirant parti de cette connaissance, vous aussi pourrez devenir un expert.

Au début de ce livre, j'ai mentionné qu'il existait des astuces mentales très simples pour comprendre les maths et les sciences. Des astuces qui sont utiles non seulement à ceux qui sont mauvais en maths et en sciences, mais aussi à ceux qui ont déjà un bon niveau. Vous avez découvert toutes ces astuces en lisant le présent livre. Mais comme vous le savez désormais, rien ne vaut la compréhension des principes essentiels transformés en chunks et simplifiés. Donc ce qui suit résume mes dernières réflexions. C'est le principe essentiel, transformé en chunk, des idées centrales de cet ouvrage ; je l'ai distillé pour obtenir les dix meilleures règles et les dix pires règles de l'apprentissage.

N'oubliez pas : la chance sourit à ceux qui essaient. Quelques indications pour apprendre à apprendre au mieux ne font pas de mal non plus.

10 choses à faire pour bien apprendre

1. **Utilisez la technique du rappel.** Après avoir lu une page, détournez le regard et « rappelez » les idées principales. Soulignez ou surlignez le moins possible, et jamais des informations que vous n'avez pas encore fixées dans

vosre esprit par la technique du rappel. Essayez de rappeler ces idées principales quand vous allez en cours, ou bien dans un autre lieu que celui où vous les avez apprises à l'origine. Votre capacité à utiliser le rappel (c'est-à-dire à générer ces idées de l'intérieur de vous-même) est l'un des indicateurs clés d'un bon apprentissage.

2. Testez-vous. Sur tout et tout le temps ! Les cartes mémoires sont vos amies.

3. Transformez vos problèmes en chunks. Le chunking, c'est comprendre la solution d'un problème et s'exercer avec cette solution, de sorte que tout puisse vous venir à l'esprit en un éclair. Après avoir résolu un problème, reprenez-le. Assurez-vous de pouvoir le résoudre complètement, étape par étape. Faites comme s'il s'agissait d'une chanson, et apprenez à la jouer sans relâche mentalement, de sorte que les informations se combinent en formant un seul chunk homogène, que vous pourrez récupérer quand vous le souhaitez.

4. Espacez vos répétitions. Étalez votre apprentissage, quel que soit le sujet, et travaillez un peu chaque jour, exactement comme un sportif. Votre cerveau est comme un muscle, il ne peut faire qu'une quantité limitée d'exercice sur un sujet en une seule fois.

5. Alternez diverses techniques de résolution de problèmes quand vous vous entraînez à faire des exercices. Ne prolongez jamais trop longtemps une séance où vous n'utilisez qu'une seule technique de résolution de problèmes (au bout d'un moment, vous ne ferez qu'imiter ce que vous avez fait sur le problème précédent). Mélangez les techniques, et travaillez sur différents types de problèmes. Cela vous apprendra à la fois *comment* et *quand* utiliser une technique (les livres, en général, ne sont pas organisés de cette façon, donc vous devrez vous débrouiller seul).

Après chaque devoir ou examen, relisez vos erreurs, veillez à comprendre pourquoi vous les avez commises, puis remaniez vos solutions. Pour étudier le plus efficacement possible, écrivez à la main (pas à la machine) un problème d'un côté d'une carte mémoire, et sa solution de l'autre côté (écrire à la main permet de former des structures neuronales plus solides dans la mémoire que si vous employez la dactylographie).

Vous pouvez aussi photographier la carte, si vous voulez la télécharger dans une application sur votre téléphone portable. Testez-vous de façon

aléatoire, sur différentes sortes de problèmes. Une autre façon de procéder consiste à feuilleter votre manuel au hasard, et à prendre un problème pour voir si vous pouvez le résoudre entièrement.

6. Faites des pauses. On se montre souvent incapable de résoudre des problèmes, ou de comprendre des concepts en maths et en sciences, la première fois qu'on les rencontre. C'est la raison pour laquelle étudier un peu chaque jour vaut bien mieux qu'étudier beaucoup en une seule fois. Quand un problème de maths ou de sciences vous énerve, faites une pause, pour qu'une autre partie de votre cerveau puisse prendre la relève et travailler sur le problème en toile de fond.

7. Faites appel à un questionnement explicatif et à des analogies simples. Chaque fois qu'un concept vous pose des problèmes, dites-vous : « Comment expliquer ceci pour qu'un enfant de dix ans puisse le comprendre ? » Le recours aux analogies est très utile, par exemple quand on dit que le courant électrique ressemble au courant d'une rivière. Ne vous contentez pas de *penser* votre explication, dites-la à voix haute, ou écrivez-la. L'effort supplémentaire que vous faites en parlant et en écrivant vous permet d'encoder plus profondément (c'est-à-dire de convertir en structures de la mémoire neuronale) ce que vous apprenez.

8. Concentrez-vous. Éliminez toutes les sonneries et alarmes sur votre téléphone et votre ordinateur, puis déclenchez un minuteur réglé sur 25 minutes. Concentrez-vous intensément pendant ces 25 minutes, et essayez de travailler aussi sérieusement que possible. Quand le minuteur sonne, accordez-vous une petite récompense amusante. Quelques séances de ce genre au cours de la journée peuvent réellement vous faire progresser dans vos études. Essayez de choisir des moments et des lieux où étudier – et non consulter votre ordinateur ou votre téléphone – est quelque chose que vous faites naturellement.

9. Mangez votre pain noir en premier. Faites d'abord le travail le plus difficile au cours de votre journée, quand vous êtes en pleine forme.

10. Faites des comparaisons mentales. Imaginez votre situation de départ, et comparez-la au rêve que vos études doivent vous permettre d'atteindre. Affichez dans votre espace de travail une photo ou une note qui vous rappellent votre rêve. Regardez ces pense-bêtes quand votre motivation

fléchit. Ces efforts seront payants à la fois pour vous et pour ceux que vous aimez !

10 choses à ne pas faire pour bien apprendre

Évitez les techniques suivantes : elles vous feront perdre votre temps, tout en vous faisant croire que vous apprenez !

1. **La relecture passive.** C'est-à-dire s'asseoir passivement et se contenter de parcourir une page du regard. Sauf si vous pouvez prouver que le sujet pénètre dans votre cerveau, en rappelant les idées principales du texte, sans regarder la page, relire est une perte de temps.
2. **Abuser des surlignages.** Surligner du texte peut vous faire croire que vous introduisez des informations dans votre esprit, alors que vous ne faites que déplacer votre main ! Surligner ici et là est possible, c'est même parfois utile pour signaler les points importants. Mais si vous voulez utiliser le surlignage comme un outil pour mémoriser, assurez-vous que les informations que vous surlignez pénètrent également dans votre cerveau par une autre méthode.
3. **Se contenter de regarder une solution, et penser que l'on sait faire le problème correspondant.** C'est là l'une des pires erreurs que les étudiants commettent. Vous devez être capable de résoudre un problème étape par étape, sans consulter la solution.
4. **Attendre la dernière minute pour réviser.** Vous entraîneriez-vous au dernier moment pour préparer une compétition d'athlétisme ? Votre cerveau est comme un muscle, il ne peut supporter qu'une quantité d'exercice limitée en une seule fois.
5. **Résoudre de façon répétée des problèmes du même type, que vous savez déjà résoudre.** Si vous vous contentez de résoudre des problèmes similaires, quand vous faites des exercices, vous ne vous préparez pas aux examens (c'est comme si vous vous prépariez à un grand match de basketball en vous entraînant à faire uniquement des dribbles !).
6. **Laisser les séances de travail avec des amis tourner au bavardage.** Comparer vos solutions à celles de vos camarades, et vous tester les uns les autres sur vos connaissances, peut rendre vos études bien plus agréables,

révéler les défauts de vos raisonnements, et approfondir votre apprentissage. Mais si vos séances de travail collectives virent à la fête avant que le travail soit terminé, vous perdez votre temps, et devez trouver un autre groupe de travail.

7. Négliger de lire le manuel avant de faire des problèmes. Plongeriez-vous dans une piscine avant de savoir nager ? Le manuel est votre maître-nageur, il vous guide vers les réponses. Vous piétinerez et perdrez votre temps si vous ne prenez pas la peine de le lire. Avant de commencer à lire, cependant, jetez un coup d'œil rapide à la totalité du chapitre, ou de la partie du manuel concernée, pour vous faire une idée du contenu.

8. Ne pas demander à vos enseignants ou à vos camarades de classe d'éclaircir des points problématiques. Les professeurs ont l'habitude que des étudiants déboussolés viennent leur demander conseil, c'est notre métier de les aider. Les étudiants qui nous inquiètent sont ceux qui ne viennent pas nous voir. Ne faites pas comme eux.

9. Croire que l'on peut apprendre en profondeur quand on est constamment interrompu. Chaque fois que vous êtes tenté de répondre à un SMS ou à une conversation par messagerie instantanée, vous avez moins d'énergie cérébrale à consacrer à l'apprentissage. Chaque fois que votre attention se trouve détournée, de minuscules racines neuronales sont arrachées avant de pouvoir se développer.

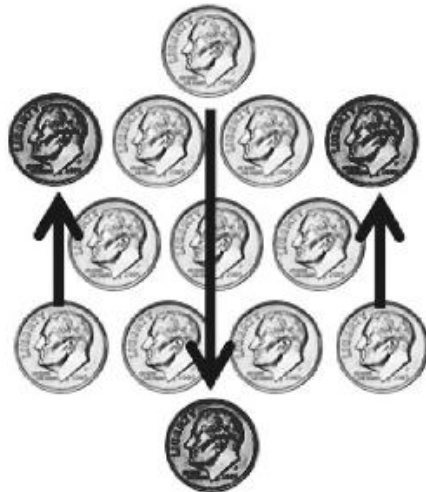
10. Ne pas dormir suffisamment. Votre cerveau reconstitue des techniques de résolution de problèmes quand vous dormez, et il s'exerce et répète également tout ce que vous avez introduit dans votre esprit avant de dormir. La fatigue prolongée permet aux toxines de s'accumuler dans le cerveau, ce qui perturbe les connexions neuronales dont vous avez besoin pour penser vite et bien. Si vous ne dormez pas suffisamment la veille d'un examen, tous les efforts que vous aurez fournis importeront peu.

ON RÉCAPITULE !

Refermez ce livre et détournez le regard. Quelles étaient les idées principales de cet ouvrage ? Pendant que vous réfléchissez, pensez également à la façon dont vous allez utiliser ces idées pour réorganiser votre apprentissage.

Solutions aux exercices

Déplacez simplement les pièces comme sur l'illustration : voyez-vous le nouveau triangle pointant vers le bas ?



Solution du problème avec les pièces de monnaie, avec l'aimable autorisation de l'autrice

La troisième erreur dans la phrase, paradoxalement, est qu'il n'y a pas de troisième erreur.

Rame rue ici = Marie Curie

Index

10 choses à faire pour bien apprendre, [323-326](#)
10 choses à ne pas faire pour bien apprendre, [326-328](#)

A

abstraction, [25](#), [249-250](#)
acné (traitement contre), [164](#)
addiction et procrastination, [114](#)
adolescents et comportement impulsif, [247](#)
agenda-journal, [166-174](#), [184](#), [191](#)
Alkon, Amy, [58](#)
Allen, David, [161](#)
Allen, Lisa, [121](#)
alterner des techniques différentes de résolution de problèmes, [136](#)
alterner pensée concentrée et pensée diffuse, [51](#)
améliorer
 des inventions, [143](#)
 votre mémoire, [197-210](#)
amorcer votre pompe mentale, [18-19](#), [106](#)
angoisse (gérer l'), [308-315](#)
Appleyard, Nick, [241](#)
applications

(les meilleures) pour étudier, [162](#), [175-177](#), [191](#), [309](#), [324](#)
30/30, [175](#)
43 Things, [139](#)
Anki, [176](#)
Coffitivity, [177](#)
Evernote, [176](#)
Google, [176](#)
LeechBlock, [176](#)
MeeTimer, [179](#)
Quizlet.com, [176](#)
SkillsToolbox.com, [176](#)
StayFocusd, [176](#)
StickK, [176](#)
StudyBlue, [176](#)
pratiques, [226](#), [266](#), [270](#)
apprendre par soi-même, [271-284](#)
approches concrète et abstraite, [266](#)
arrière-plan, travailler sur un problème, [19](#), [45](#), [58](#)
arsenic, [109](#), [117](#), [185](#)
attention
concentrée, [50](#), [102](#), [310](#), [319-321](#)
focalisée, [29](#), [68-69](#), [139](#), [186](#)
auto-expérimentation, [164-165](#)
autodidactes, [274](#)

B

bachotage, [50](#)
Baddeley, Alan, [81](#)
Bannister, Roger, [162](#)
Batalha, Celso, [276](#)
Beilock, Sian, [133](#), [314-316](#)
Bellini, Marco, [261](#)

bibliothèque de chunks, [87](#), [144](#), [147](#), [149](#), [154](#), [187](#)
Bilder, Robert, [63-65](#)
blocage (effet *Einstellung*), [68](#), [186](#), [213](#), [235](#), [306](#)
Blowers, Paul, [294](#)
Bohr, Niels, [290-291](#)
Bradshaw, Bob, [305](#)
brainstorming, [290-293](#)

C

Cajal, Santiago Ramón y, [245-250](#), [261](#), [262](#), [271](#), [273](#), [278](#),
[280](#), [322](#)
Carlsen, Magnus, [17-18](#), [49-50](#), [234](#), [318](#)
Carson, Ben, [272](#)
carte conceptuelle, [71](#)
cartes mémoire, [84](#), [101](#), [175](#), [218](#), [323](#), [324](#)
cortex préfrontal, [19-20](#), [23](#), [59](#), [236](#)
Cha, Mary, [179-181](#)
championnat des États-Unis de mémoire, [198](#)
check-list de préparation aux examens, [300-303](#)
Cherechevski, Solomon, [67](#), [71](#), [76](#)
chunking, [71-107](#), [121](#), [144](#), [153](#), [155](#), [249](#), [323](#)
 profond, [249](#)
Cirillo, Francesco, [133](#)
compétences en matière d'apprentissage des langues, [32](#), [70](#)
compréhension intuitive, [231](#)
confiance excessive, [193](#), [286](#)
cortex préfrontal, [19-23](#), [59](#), [236](#)
cortex sensoriel, [236](#)
Coulton, Jonathan, [203](#)
Cowart, Aukury, [130](#)
Coyne, Joseph, [257-258](#)
croyance (habitudes), [123](#), [129](#), [138](#)

D

Dalí, Salvador, [41-43](#)
Darwin, Charles, [264](#), [271](#)
Day, Thomas, [83](#)
Dechant, Jason, [96](#), [223](#), [266](#)
déclencheur (signaux) [118](#), [165](#)
Defense Language Institute, [70](#)
densité, [216-217](#)
Derman, Emanuel, [252](#)
Dickens, Charles, [30](#)
distractions, [111](#), [126](#), [135](#), [136](#), [138](#), [191](#), [198](#), [204](#)
Duhigg, Charles, [121](#)

E

eBay, [157-159](#)
échecs (jeu), [17-18](#), [48-49](#), [91](#), [93](#), [149](#), [186](#), [232](#), [233](#), [234](#),
[237](#), [318](#)
échec, [44](#), [54](#), [140-142](#), [155](#), [188](#), [196](#), [275](#), [278](#)
écrire à la main, [100](#), [158](#), [217](#), [223](#), [324](#)
Edison, Thomas, [39](#), [41-44](#), [142](#)
effet
 eurêka, [85](#), [288](#)
 Einstellung, [68](#), [186](#), [213](#), [235](#), [306](#)
 test, [153](#)
Einstein, Albert, [238](#), , [261](#), [262](#), [291](#)
Emmett, Rita, [112](#)
empathie, [280](#)
entrelacement, [97-102](#), [144](#), [217](#)
équations poétiques, [255](#), [260](#)

F

Felder, Richard, [300-303](#)

Feynman, Richard, [256](#), , [263-265](#), [289](#), [290](#), [293](#), [317](#), [321](#),
[322](#)

Fiore, Neil, [165](#)

fixer des objectifs, [174](#), [178](#)

Foer, Joshua, [197-198](#), [206](#)

former un chunk, [73-80](#), [89](#), [144-148](#)

Fortenberry, Norman, [119](#)

G

Gabora, Liane, [44](#)

gaines de myéline, [247](#)

Gamache, Robert R., [94](#)

Gazzaniga, Michael, [288](#)

génies (envier les), [233](#)

Granovetter, Mark, [292](#)

Gray-Grant, Daphne, [168](#)

groupes de travail, [119](#), [294](#), [296](#), [302](#), [321](#), [327](#)

Gruber, Howard, [40](#)

H

Habitudes, [109-142](#), [166](#), [174](#), [178](#), [186-195](#)

Hardy, G. H., [283](#)

Hebert, Susan Sajna, [310](#)

hémisphère cérébral, [21](#), [29-30](#), [287](#), [291](#)

droit, [205](#), [285](#), [287](#), [288](#)

gauche, [288-289](#)

I

illusion d'être compétent, [80-94](#), [101](#), [149](#), [158](#), [319](#)
imiter des solutions, [74](#), [82](#), [85](#), [145](#), [153](#), [310](#)

J

James, William, [152](#)
jingles, [206](#)
Johansson, Frans, [183-184](#)
Johnson, Steven, [86](#)

K

Kamkwamba, William, [273-274](#)
Karpicke, Jeffrey, [81](#)
Kasparov, Garry, [17-18](#), [49-50](#)
Kruchko, Paul, [104-106](#)

L

lauréats du prix Nobel, [246](#), [256](#), [262](#), [278](#)
lente intuition, [86](#)
Leopold, Kenneth R., [32](#)
Lisi, Garret, [134](#)
listes, [34](#), [119](#), [123](#), [166-175](#), [186](#), [189](#), [202-207](#)
lobe occipital, [68](#)
loi du hasard heureux, [87](#), [148](#), [155](#), [174](#)

M

- Magrann, Tracey, [204](#), [207](#), [308](#)
- Mandelbrot, Benoît, [257-258](#)
- marinade mathématique magique, [179-181](#)
- maturité du cerveau, [252](#)
- mauvaise habitude, [112](#), [121](#)
- McClintock, Barbara, [262-263](#)
- méditation, [161-162](#)
- mémoire, [43](#), [55-58](#), [68](#), [81-88](#), [149](#), [152](#), [197-243](#)
à court terme, [56](#)
à long terme, [50](#), [55-58](#), [61](#), [85](#), [90](#), [98](#), [149](#)
de travail, [24](#), [55-58](#), [61](#), [84](#), [153](#), [167](#)
musculaire, [107](#), [223-224](#), [231](#)
spatiale, [199-227](#)
visuelle, [199-227](#)
vive (RAM), [56](#)
- métaphores, [21-22](#), [211-214](#), [219](#), [228](#), [250-253](#), [321](#)
de la lampe-torche, [27-28](#)
des pièces de puzzle, [75](#), [80](#), [97](#)
du flipper, [21-27](#), [71](#)
du mur en briques, [50](#)
- micro-tâches, [189](#)
- Microsoft, [183-184](#)
- minuteur (technique Pomodoro), [34](#), [61](#), [126](#), [130-137](#), [175](#),
[191](#), [325](#)
- Miyoshi, Dina, [224](#)
- mode de pensée,
concentré, [30](#)
diffus, [23](#), [27](#)
basculer d'un mode à l'autre, [39](#)
- moyens mnémotechniques, [225](#)
avec les articulations des doigts, [202](#)
pour le système décimal, [220](#)

N

négociations et prise d'otages, [188](#)
Newman, Forrest, [132](#), [199](#)
Newport, Cal, [171](#)
Noesner, Gary, [188](#)
Nolta, Kathleen, [265](#)
nombre d'Avogadro, [206](#)
Noui-Mehidi, Nadia, [37-38](#)

O

objectifs (se fixer des), [174](#), [176](#), [178](#)

P

panique, [152](#), [307](#), [308](#), [313](#), [314](#)
paradoxes de l'apprentissage, [54](#), [321](#)
passer des examens, [299-316](#)
passion, suivre sa, [188](#)
Pavri, Vera, [222](#)
persévérance, [54](#), [246](#), [271](#), [281](#), [306](#), [320](#)
Pert, Candace, [274](#)
peurs (affronter ses), [64](#), [308](#)
Pietro, William, [221](#)
pieuvre attentionnelle, [23-24](#), [68-69](#), [75](#)
planification, [175](#), [191](#)
Plath, Sylvia, [255-256](#)
pleine conscience, [309](#)
Ploughman, Elizabeth, [256](#), [260](#)
poésie et mathématiques, [202-205](#), [211](#)
Porter, Mark, [239](#)

Prentis, Jeffrey, [258](#)
priorités, [96](#)
problèmes d'attention, [190-191](#), [235](#)
processus de chunking, [78](#), [156](#)
 de bas en haut, [78](#)
 de haut en bas, [78](#)
procrastination, [33-35](#), [52](#), [109-142](#), [161-196](#), [268](#)
projet Manhattan, [290-291](#), [317](#)
pseudosciences, [289](#)

R

Ramachandran, V. S., [288](#)
Ranjan, Aparna, [44](#)
rappel (technique du), [80-89](#)
récompenses, [34](#), [46](#), [116](#), [123](#), [126-128](#), [136](#), [325](#)
réglages par défaut du cerveau, [45](#), [322](#)
relecture, [82](#), [149](#), [326](#)
répétition
 active, [152](#)
 espacée, [57](#), [61](#), [82-90](#), [215](#), [218](#)
 passive, [152](#)
 d'entretien, [83](#)
représentation mentale, [255-270](#)
résolution de problèmes [19](#), [32](#), [43](#), [53](#), [77](#), [79](#), [87](#), [95-102](#),
 [145](#), [149](#), [152-156](#), [292](#), [299](#), [312](#), [324](#)
respiration, [58](#), [308-309](#)
Roberts, Seth, [164](#)
Rohrer, Doug, [99](#)
Rosenthal, Mike, [102](#)
routine, [123](#), [125](#)

S

Saucedo, Oraldo "Buddy," [140-142](#)
se heurter à un mur, [151](#)
se sous-estimer, [248](#)
se tromper soi-même (facilité de), [289](#)
self-control, [131](#)
sentiments négatifs, gérer les, [163](#)
Sherrington, Sir Charles, [262](#)
signal (déclencheur), [122](#), [124](#)
Skinner, B. F., [186](#)
Smith, David Eugene, [256](#)
sommeil, [42](#), [45](#), [58-60](#)
Sorby, Sheryl, [209-210](#)
Steel, Piers, [125](#)
stress, [33](#), [69](#), [115](#), [133](#), [184-186](#), [200](#), [293](#), [308](#), [314-316](#)
structures neuronales, développer vos, [50](#), , [61](#), [214](#), [233](#), [251-251](#),
[319](#), [324](#)
Sundaresan, Neel, [157-159](#)
surapprentissage, [97](#), [99](#)
syndrome de l'imposteur, [238](#)

T

tâches difficiles, [76](#), [190](#)
Tan, Fabian Hadipriono, [219](#)
technique des allers-retours difficile-facile, [304-308](#), [310](#)
technique du palais de la mémoire, [202-207](#), [219](#), [226](#)
technique Pomodoro, [34](#), [126](#), [133-139](#), [175](#), [190](#), [319](#)
thalamus, [68](#)
Thompson, Silvanus, [212](#)
Thurston, William, [91](#)
traces mnésiques, [70-72](#), [76](#), [89](#), [234](#)

travail en groupe, [119](#), [294](#)
travail multitâches, [137](#), [269](#)

V

vampires métaboliques, [55](#), [215-216](#), [218](#), [219](#)
vérifier son travail, [82](#), [288](#), [297](#), [311](#)
visualisation, [198](#), [214](#)
volonté, [45](#), [110](#), [124](#), [126](#), [138](#), [192](#), [306](#)

W

Wade, Nicholas, [283-284](#)
Wegener, Alfred, [72](#)
Weierstrass, Karl, [259](#)
Williamson, Alexander, [40](#)

Y

Young, Scott, [264](#)

Z

zèle acquis, [128](#)
Zettler, Bill, [136](#), [236](#)
zombies (habitudes), [21](#), [109-139](#), [164](#), [166-178](#), [183-195](#), [319](#)