

LES NEUROSCIENCES AU SERVICE DE LA PÉDAGOGIE

Comprendre et activer les leviers de l'apprentissage
et les clés de la mémorisation

Céline Fouquet



DOCUMENTS
REPRODUCTIBLES
OFFERTS SUR
LA PLATEFORME

i+ Interactif

CHENELIÈRE
ÉDUCATION

Les neurosciences au service de la pédagogie

Comprendre et activer les leviers de l'apprentissage et les clés de la mémorisation

Céline Fouquet

© 2023 TC Média Livres Inc.

Édition : France Robitaille

Coordination : Caroline Vial

Révision linguistique : Anne-Marie Trudel

Correction d'épreuves : Audrey Faille

Conception de la couverture : Alibi Acapella

Toutes les citations de cet ouvrage ont fait l'objet d'une traduction libre. Chenelière Éducation est seul responsable de la traduction et de l'adaptation de cet ouvrage.

Tous les sites Internet présentés sont étroitement liés au contenu abordé. Après la parution de l'ouvrage, il pourrait cependant arriver que l'adresse ou le contenu de certains de ces sites soient modifiés par leur propriétaire, ou encore par d'autres personnes. Pour cette raison, nous vous recommandons de vous assurer de la pertinence de ces sites avant de les suggérer aux élèves.

L'achat en ligne est réservé aux résidents du Canada.

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives nationales du Québec et Bibliothèque et Archives Canada

Titre : Les neurosciences au service de la pédagogie : comprendre et activer les leviers de l'apprentissage et les clés de la mémorisation / Céline Fouquet.

Noms : Fouquet, Céline, auteur.

Description : Comprend des références bibliographiques.

Identifiants : Canadiana 20220032726 | ISBN 9782765074977

Vedettes-matière : RVM : Psychologie de l'apprentissage. | RVM :

Apprentissage—Aspect physiologique. | RVM : Mémoire chez l'enfant. |

RVM : Plasticité neuronale. | RVM : Neuroéducation. | RVM :

Neuropédagogie.

Classification : LCC LB1057.F68 2023 | CDD 370.15/23—dc23

CHENELIÈRE
ÉDUCATION

5800, rue Saint-Denis, bureau 900
Montréal (Québec) H2S 3L5 Canada

Téléphone : 514 273-1066

Télécopieur : 514 276-0324 ou 1 800 814-0324

info@cheneliere.ca

TOUS DROITS RÉSERVÉS.

Toute reproduction du présent ouvrage, en totalité ou en partie, par tous les moyens présentement connus ou à être découverts, est interdite sans l'autorisation préalable de TC Média Livres Inc.

Les pages portant la mention « Reproduction autorisée © TC Média Livres Inc. » peuvent être reproduites uniquement par le professionnel de l'éducation qui a acquis l'ouvrage et **exclusivement** pour répondre aux besoins de ses élèves.

Toute utilisation non expressément autorisée constitue une contrefaçon pouvant donner lieu à une poursuite en justice contre l'individu ou l'établissement qui effectue la reproduction non autorisée.

ISBN 978-2-7650-7497-7

Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2023

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Imprimé au Canada

1 2 3 4 5 M 27 26 25 24 23

Gouvernement du Québec – Programme de crédit d'impôt pour l'édition de livres – Gestion SODEC.

Ce projet est financé en partie par le gouvernement du Canada

Canada



Introduction

Comment motiver mes élèves? Pourquoi commettent-ils toujours les mêmes erreurs? Comment faire pour qu'ils n'oublient pas les notions apprises juste après leurs examens? Comment redonner le goût d'apprendre aux élèves? Tant de questions se posent aux enseignants... Devant ces interrogations, d'aucuns recueillent l'avis de leurs collègues ou échangent sur les réseaux sociaux. D'autres se tournent vers des sites ou des livres plus ou moins spécialisés. Quelle que soit l'approche privilégiée, on se retrouve souvent avec des conseils contradictoires et un véritable casse-tête se présente. Qui croire? Pourquoi essayer cette technique plutôt qu'une autre? Il n'est pas facile de s'y retrouver dans cet océan de questions et de réponses.

Je ne vous propose pas un énième livre de recettes magiques, mais plutôt une base de connaissances sur les leviers de l'apprentissage et sur les clés de la mémorisation issues de résultats de recherches en neurosciences, en psychologie cognitive et en sciences de l'éducation. Ces trois disciplines en forment d'ailleurs une nouvelle appelée *neuroéducation* qui, grâce à son approche transversale, permet de mieux comprendre les difficultés qu'éprouvent les élèves en classe et qui apporte des pistes de réflexion pour mieux les aider, que ce soit lors de situations d'écriture, de résolution de problèmes ou pour mémoriser des notions. Les recherches en neuroéducation n'ont pas de valeur normative et ne dictent pas une nouvelle pédagogie, une solution miracle qui fonctionnerait pour l'ensemble des élèves et dans toutes les écoles. Elles permettent d'éclairer le choix des enseignants quant aux pratiques pédagogiques et aux interventions qu'ils souhaitent mettre en place dans leurs classes en se basant sur des données probantes.

Les données présentées dans cet ouvrage visent à aider les lecteurs à mieux comprendre les facteurs qui agissent sur la réussite des élèves, et donc les leviers sur lesquels les enseignants peuvent intervenir pour aider ceux-ci à développer leur plein potentiel. Il s'agit d'informations précieuses pour les pédagogues puisqu'elles leur permettent, par exemple, de savoir la quantité d'informations que le cerveau d'un enfant peut traiter simultanément, de détecter les pièges susceptibles de causer des erreurs de raisonnement, ou de comprendre les facteurs qui peuvent stimuler l'engagement ou favoriser la mémorisation à long terme. Forts de ces connaissances, les enseignants pourront réfléchir à leurs pratiques pédagogiques et choisir de manière éclairée celles qu'ils souhaitent continuer de mettre en œuvre et celles qu'ils envisagent de bonifier ou de tester.

La structure de l'ouvrage

Cet ouvrage comporte trois grandes parties. Chacune des deux premières parties, « Les leviers de l'apprentissage » et « Les clés de la mémorisation », commence par un chapitre théorique qui lève le voile sur le fonctionnement du cerveau en faisant des liens avec les situations vécues en classe. Chaque chapitre

théorique est suivi d'un chapitre plus ancré dans la pratique qui fournit une série de pistes d'action et de réflexion pour adapter son enseignement en tenant compte des connaissances acquises. C'est ainsi qu'au fil des chapitres, vous serez capable de faire des choix éclairés et adaptés aux différentes situations qui se présenteront au cours de votre carrière, que ce soit au moment de la planification des activités d'enseignement-apprentissage ou lors des interventions en classe.

Afin de vous aider à vous questionner sur vos pratiques actuelles, je vous propose de remplir la grille d'autoévaluation formative (*voir fiche EI, à la page XXIII*). Il s'agit d'un questionnaire permettant d'évaluer la fréquence à laquelle vous utilisez différentes pistes d'action présentées dans le livre. Vous pourrez suivre les changements que vous apporterez à vos pratiques en la remplissant plusieurs fois au cours de l'année scolaire.

→ La fiche EI est offerte sur la plateforme i+ Interactif.

La première partie, consacrée aux leviers de l'apprentissage, vise, d'une part, à expliquer ce qui se transforme en soi quand on apprend et, d'autre part, à présenter les facteurs qui permettent aux élèves de « vouloir apprendre » et de « pouvoir apprendre ». On y découvre, par exemple, ce qu'est la plasticité neuronale et comment elle participe à l'apprentissage. On comprend également le rôle fondamental de la curiosité et des erreurs dans l'apprentissage. On y aborde aussi la notion de zone proximale de développement et l'on détaille l'effet de l'état d'esprit de développement (le fait de penser que les habiletés se développent au fur et à mesure des apprentissages grâce à l'entraînement et aux efforts) sur l'engagement. Des stratégies concrètes pour aider les élèves à maîtriser leur attention et résister aux automatismes sont également suggérées. Des séquences d'activités proposées dans la troisième partie de l'ouvrage permettent de transmettre ces informations aux élèves afin de leur faire prendre conscience qu'ils sont les principaux acteurs de leurs apprentissages et de leur (re)donner confiance en leurs qualités d'apprenant.

→ Voir les sections « La plasticité cérébrale » et « Apprendre modifie le cerveau : l'exemple de la lecture », aux pages 2 et 33.

La deuxième partie de cet ouvrage, consacrée à la mémorisation, vise à expliquer le fonctionnement de la mémoire et à présenter les facteurs qui permettent de la consolider. Six clés de la mémorisation sont proposées pour se souvenir plus durablement et plus efficacement des informations apprises. Ces clés sont à la base de stratégies neuropédagogiques qui peuvent être utilisées en classe ou proposées aux élèves pour faciliter leurs révisions et qui font l'objet de séquences d'activités décrites dans la troisième partie de l'ouvrage. Elles permettent également de réfuter les croyances sur certaines stratégies d'étude qui sont encore largement utilisées malgré leur faible efficacité. On apprendra donc que le malaise ressenti au moment où l'on essaie de se rappeler une information n'est pas le signe que l'on n'a rien appris ou que l'on n'a rien retenu. Cette impression, tout à fait normale, est plutôt la manifestation des rouages de la récupération en mémoire qui permettent de faire revenir dans sa conscience cette information presque oubliée tout en la renforçant.

Bien que ce livre soit consacré à l'apprentissage et à la mémorisation, il vise plus largement à donner des outils aux enseignants pour aider les élèves à avoir confiance en leurs capacités à réussir les défis qu'ils se donneront. Il s'agit donc de les aider à devenir pleinement acteurs de leurs apprentissages, non pas pour avoir de bonnes notes, mais pour qu'ils soient capables de développer leur potentiel et de prendre plaisir à apprendre tout au long de leur vie.

Une troisième partie, « Les séquences d'activités », termine l'ouvrage. Après s'être approprié les connaissances essentielles et avant de mettre en œuvre de nouvelles stratégies en classe, il est préférable d'en expliquer l'intérêt et le principe aux apprenants

afin qu'ils puissent être parties prenantes de ces nouvelles façons d'envisager les apprentissages. Pour cette raison, des activités sont suggérées pour rendre ces notions concrètes et vivantes. Il est probable que, dès les premières séances, les élèves, souvent passionnés par les mystères du cerveau, poseront beaucoup de questions et seront d'autant plus motivés à appliquer les stratégies que vous leur proposerez.

Quelques mots sur les disciplines, les méthodes et les techniques à l'origine de cet ouvrage

La neuroéducation (voir figure I.1) cherche à caractériser les fondements et les bases des apprentissages afin de faciliter ceux-ci et de mieux enseigner aux élèves. Grâce aux données probantes issues de différentes disciplines (neurosciences, psychologie cognitive et sciences de l'éducation), les chercheurs établissent de grands principes sur la façon dont se font les apprentissages, qui sont appelés, dans cet ouvrage, *les leviers de l'apprentissage et les clés de la mémorisation*. Grâce au dialogue entre les équipes de recherche et les personnes enseignantes, ces principes peuvent être déclinés en pistes d'actions concrètes, c'est-à-dire en pratiques pédagogiques qui peuvent être testées rigoureusement dans les classes. C'est ainsi qu'en s'alliant avec les connaissances et le savoir-faire des enseignants, la neuroéducation devient la neuropédagogie qui suggère des pistes d'action pédagogique permettant de favoriser l'apprentissage de tous les apprenants selon les différents contextes dans les classes (âge ou difficultés des apprenants, système scolaire, culture, etc.).

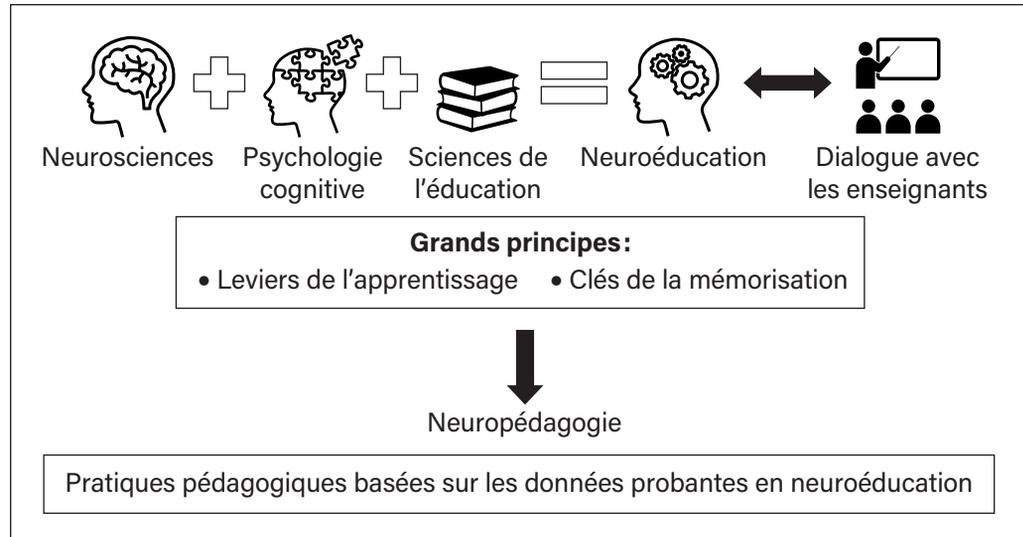


FIGURE I.1 La neuroéducation se situe à l'interface des neurosciences, de la psychologie cognitive et des sciences de l'éducation. Elle se nourrit du dialogue avec les personnes enseignantes pour former la neuropédagogie.

Les neurosciences permettent d'étudier les bases cérébrales des fonctions cognitives et des comportements pour mieux comprendre le fonctionnement du cerveau grâce notamment à des techniques de neuro-imagerie. Elles ont mis en évidence, au milieu du 20^e siècle, le phénomène de plasticité qui est à la base de l'apprentissage.

Plus récemment, les neurosciences ont également permis de déterminer les régions du cerveau activées quand on apprend à lire ou lorsqu'on est attentif.

La **psychologie cognitive** étudie les comportements en lien avec les fonctions cognitives afin de mieux comprendre les réactions des personnes dans différentes situations. Cette discipline repose sur des observations comportementales et sur des interventions (quand on veut tester l'effet de certaines stratégies ou de certaines pratiques). La psychologie cognitive a ainsi permis de cerner les facteurs influençant l'apprentissage tels que la curiosité, la surprise, l'attention, l'estime de soi ou les croyances associées à l'intelligence. Ces expériences permettent, par exemple, de fonder ou de valider des théories sur la motivation ou sur l'état d'esprit qui peuvent ensuite inspirer des pratiques pédagogiques qui seront à leur tour testées en laboratoire puis en classe.

Les **sciences de l'éducation** proposent des théories sur l'éducation et étudient l'effet de certaines pratiques pédagogiques ou didactiques, tout en essayant de mettre en évidence les facteurs importants à prendre en compte pour en optimiser les effets.

Comment ces disciplines produisent-elles des données probantes ?

Ces disciplines permettent de répondre très concrètement à des questions que se posent parfois les enseignants. Par exemple, pour répondre à la question « Vaut-il mieux proposer aux élèves de réviser leur leçon quatre fois dans la semaine pendant cinq minutes ou une seule fois pendant vingt minutes ? », la psychologie cognitive et parfois les sciences de l'éducation emploient une méthode très exigeante : les essais randomisés contrôlés. Cette méthode permet d'évaluer rigoureusement l'effet d'une pratique pédagogique (voir tableau I.1) en s'affranchissant des biais qui peuvent exister lorsqu'on ne fait qu'observer un groupe, sans avoir de condition contrôle.

Cette méthode permet de s'assurer que l'effet observé de la pratique n'est pas uniquement dû aux caractéristiques personnelles des élèves étudiés (leur genre, leur milieu socioéconomique ou leurs résultats scolaires) et qu'il n'est pas lié à des biais tels que l'engagement de l'enseignant ou les *a priori* de l'observateur. Ce genre d'études apporte le plus haut niveau de preuve, mais elles sont très complexes à mener, surtout en contexte scolaire puisqu'il est difficile de contrôler tous les paramètres pouvant influencer les apprentissages dans une classe. De plus, tous ces paramètres interviendront nécessairement dans la réalité, lorsque les enseignants mettront ces pratiques en application. D'autres méthodes peuvent donc être utilisées de manière complémentaire pour apporter des données probantes. On peut, par exemple, comparer les résultats des classes d'élèves qui bénéficient d'une pratique pédagogique à ceux des groupes qui n'y ont pas accès et essayer de tenir compte *a posteriori* des paramètres qui ont pu influencer les résultats, en dehors de la pratique. Quelle que soit la méthode utilisée, le fait que les résultats soient obtenus dans différents contextes et par plusieurs auteurs apporte des indices en faveur de la fiabilité de la pratique. En revanche, si une pratique n'est prouvée efficace que dans un contexte précis ou dans une seule étude, cela indique qu'il est peu probable qu'elle produise des effets robustes dans un contexte de classe, à grande échelle.

TABLEAU I.1

Présentation du principe des essais randomisés contrôlés permettant de montrer les effets positifs d'une pratique pédagogique.

Essai randomisé contrôlé			
1. Prétests ¹	Mesures de préintervention (par exemple, les résultats des élèves à une évaluation de mathématiques ou la motivation mesurée par un questionnaire rempli par les élèves)		
2. Intervention	<table border="1"> <tr> <td>Groupe expérimental² Pratique pédagogique à tester</td> <td>Groupe contrôle² Pédagogie habituelle</td> </tr> </table>	Groupe expérimental ² Pratique pédagogique à tester	Groupe contrôle ² Pédagogie habituelle
Groupe expérimental ² Pratique pédagogique à tester	Groupe contrôle ² Pédagogie habituelle		
3. Post-tests ¹	Mesures de postintervention (méthode identique à celle utilisée lors des prétests)		
4. Analyse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparaison des résultats entre les deux groupes : quel est l'effet de l'intervention sur les mesures cibles ? ▪ Voit-on une amélioration des résultats dans le groupe expérimental ? ▪ Cette amélioration est-elle plus grande que celle observée dans le groupe contrôle ? <ul style="list-style-type: none"> - Si oui : on déduit un effet positif de la pratique pédagogique (à confirmer en répliquant l'étude). - Si non : on étudie la variabilité des résultats. Y a-t-il un sous-groupe d'élèves qui bénéficient de la pratique ? 		
Études réalisées dans plusieurs groupes ou classes (comparaison de groupes mettant en œuvre ou non la pratique pédagogique)			
5. Réplication du même type d'étude	Possibilité de réaliser une méta-analyse pour valider l'efficacité de cette pratique dans plusieurs contextes et déterminer les facteurs qui en optimisent l'effet.		
6. Si confirmation des résultats	Communication aux enseignants de la pratique pédagogique fondée sur des données probantes (issues d'études expérimentales menées en laboratoire et en classe si possible)		

1. Pour être de qualité supérieure, ces études doivent être menées en « double insu ». Dans ce cas, les participants (ici les élèves) ne savent pas à quel groupe ils appartiennent et les personnes qui recueillent les données avant et après l'intervention (les enseignants ou les chercheurs qui notent les tests ou qui font la cotation des questionnaires) ne doivent pas savoir à quel groupe appartient chaque participant. Cette méthode vise à éviter de biaiser les résultats par des *a priori* positifs sur l'effet d'une pédagogie.
2. Les individus composant les deux groupes doivent être similaires en moyenne. Ils sont donc répartis de manière aléatoire (« randomisés ») de façon que les membres des deux groupes aient en moyenne le même âge, les mêmes performances avant l'intervention et que les groupes aient la même proportion de garçons et de filles.

En parallèle, les neurosciences peuvent nous aider à répondre à des questions telles que : « Quelles sont les régions du cerveau impliquées dans l'apprentissage de la lecture ? » Si cette question ne semble pas avoir une utilité directe pour l'enseignement, la réponse obtenue dans les dernières années a permis de comprendre pourquoi la lecture est une activité qui demande un si long apprentissage, contrairement au langage, qui s'apprend assez facilement au cours de la petite enfance. Les études menées sur le sujet ont également permis d'expliquer les différentes phases d'apprentissage de la lecture. Les neurosciences nous permettent également d'observer les étapes de la maturation du cerveau des enfants et des adolescents et d'établir l'origine de certains troubles de l'apprentissage. Toutes ces avancées ont été permises grâce aux techniques d'imagerie par résonance magnétique (IRM).

➔ Voir la section « Apprendre modifie le cerveau : l'exemple de la lecture », à la page 33.

L'IRM est une technique de neuro-imagerie non invasive qui permet de visualiser le cerveau en deux ou trois dimensions de manière très précise. Cette technique se décline sous différentes variantes, chacune permettant de visualiser différentes structures ou divers phénomènes dans le cerveau : l'IRM structurale, l'IRM de diffusion et l'IRM fonctionnelle (voir figure I.2).

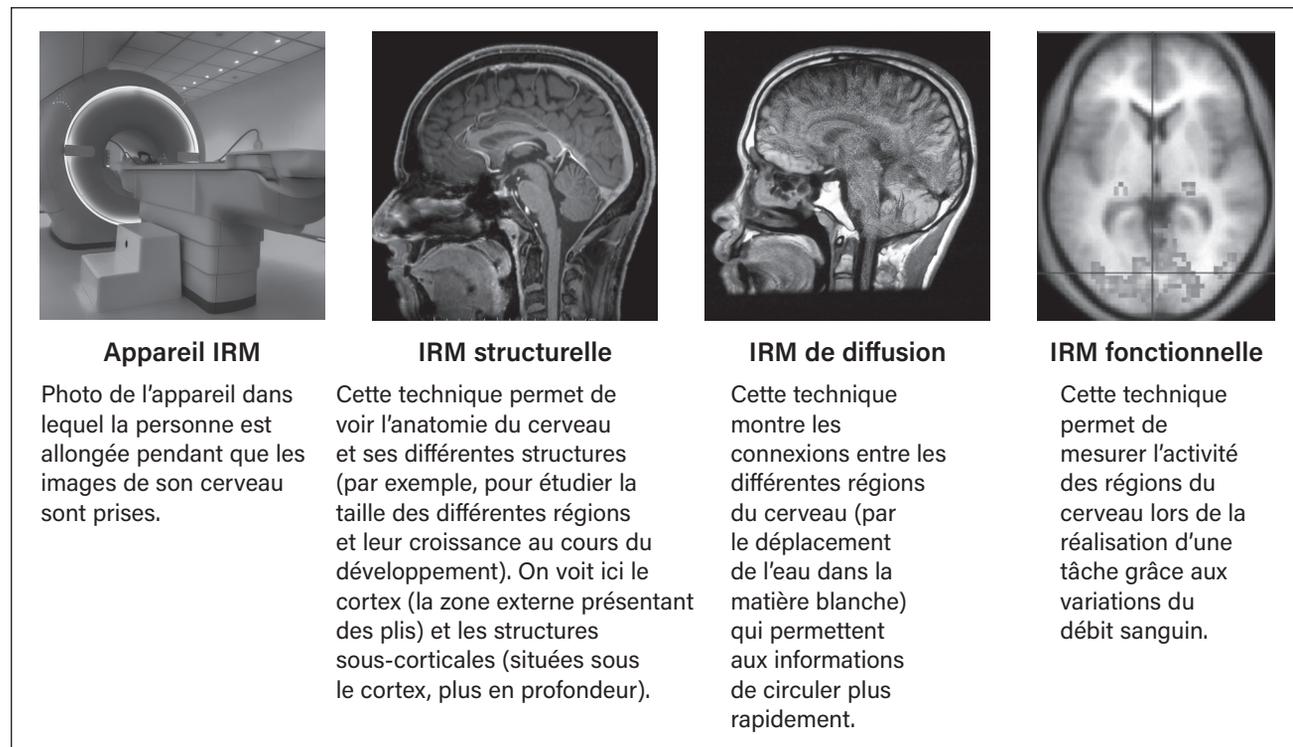


FIGURE I.2 Illustration de la technique d'imagerie par résonance magnétique ou IRM

Toutes ces techniques sont très utiles et complémentaires pour comprendre les bases neurales de l'apprentissage. L'IRM fonctionnelle est sans doute la technique qui permet le mieux de comprendre ce qui se passe dans le cerveau d'un apprenant au cours d'une activité. Il est important de noter qu'il s'agit d'une mesure indirecte de l'activité cérébrale obtenue grâce à des calculs statistiques réalisés *a posteriori*. Concrètement, des participants allongés dans l'appareil d'imagerie cérébrale réalisent différentes tâches. Certaines sont en lien avec ce qu'on veut mesurer (par exemple, la lecture de mots) et d'autres sont des tâches contrôles (par exemple, la « lecture » de lettres morcelées en différents traits, réorganisées et illisibles). L'appareil produit des images du cerveau du participant et de son activité pendant les différentes tâches. La comparaison entre les régions activées dans les deux conditions permet de déterminer les régions spécifiquement activées lors de la lecture de mots. Les régions qui sont activées parce que le participant regarde des lettres illisibles sur l'écran n'ont pas d'intérêt ici et seront éliminées au cours des analyses. Celles-ci sont réalisées chez plusieurs participants afin d'obtenir des moyennes. Elles permettent de suggérer que les régions qui sont statistiquement plus activées pendant la tâche de lecture que lors de la tâche contrôle sont certainement impliquées dans la lecture. Il faut noter qu'une image de

cerveau « activé » ne veut rien dire en soi. Le sens que l'on donne à une image d'IRM fonctionnelle dépend toujours de la condition contrôlée et de la précision des analyses statistiques réalisées. Grâce à l'IRM fonctionnelle, on peut réaliser des corrélations entre le niveau d'activité et les résultats obtenus aux tâches (on pourrait essayer de voir si la région impliquée dans la lecture est plus activée chez les participants qui lisent plus rapidement, par exemple). Mais cette technique ne permet pas d'établir de manière définitive que cette région s'avère indispensable à la réalisation de la tâche. Pour cela, on utilise généralement des études de patients ayant des lésions cérébrales dans des régions ciblées.

À quoi ressemble le cerveau ?

Le cerveau a une forme très particulière en forme de « gant de boxe » avec le pouce tourné vers l'avant de la tête. La partie externe du cerveau qui forme des plis est appelée le *cortex*. Celui-ci entoure les régions *sous-corticales* situées au cœur du cerveau. L'IRM a permis d'affiner l'anatomie fonctionnelle du cerveau en caractérisant de manière plus précise les régions impliquées dans telle ou telle fonction. On divise souvent le cerveau en cinq grandes régions que l'on appelle les *lobes* (voir figure I.3).

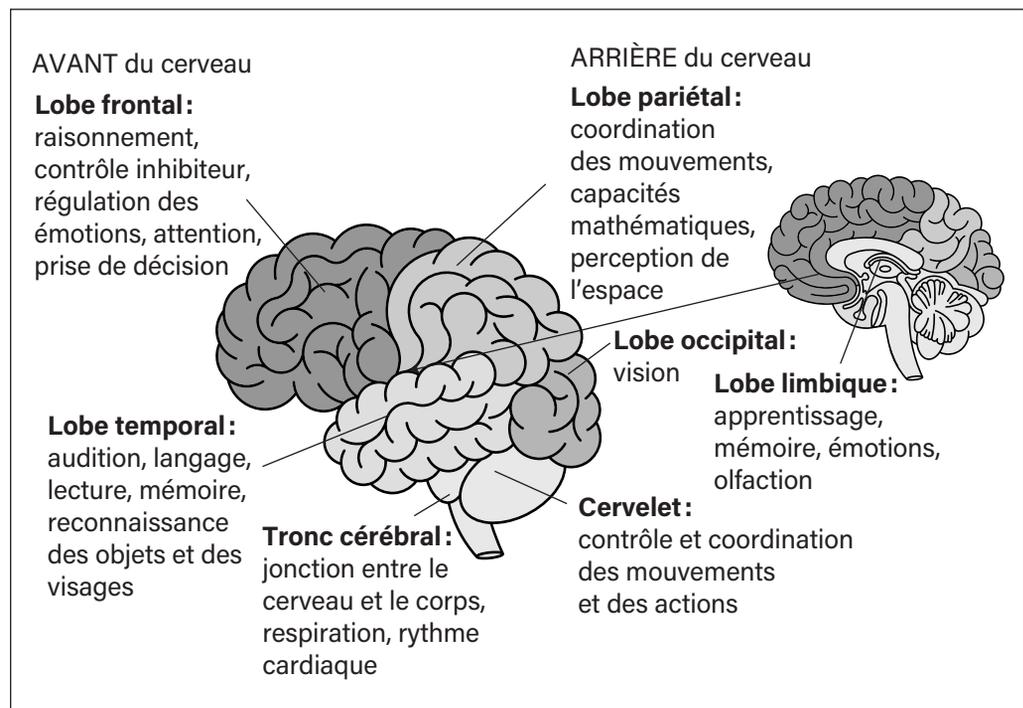


FIGURE I.3 Illustration des différentes régions du cerveau et description de certaines des fonctions qui y sont généralement associées.

Cependant, les avancées dans les recherches démontrent que les régions du cerveau agissent en réseau et que chaque fonction cognitive met en jeu plusieurs sous-régions complémentaires situées dans différents lobes. Il faut donc se garder d'avoir une vision trop simpliste de la répartition des fonctions cognitives dans le cerveau. Il est, par exemple, un peu réducteur de parler de « la région du plaisir »

ou de « la région de la motivation » puisque ces sentiments ou ces émotions sont le fruit d'interactions complexes dans le cerveau. De même, la division du cerveau en trois parties qui seraient apparues plus ou moins récemment dans l'évolution et qui gouverneraient différents aspects du comportement avec un cerveau reptilien « instinctif », un cerveau limbique « émotionnel » et un néocortex « rationnel » n'est pas du tout en phase avec les recherches actuelles. Il est, par exemple, établi que des régions du lobe frontal, connu pour être important pour raisonner, jouent un rôle primordial dans la gestion des émotions (Damasio, 1995).

Se méfier des neuromythes

Les recherches en neuroéducation invitent à la réflexion et à s'ouvrir, de manière réflexive, à de nouvelles pistes d'action tout en se méfiant des neuromythes, ces croyances erronées sur le fonctionnement du cerveau qui nous poussent parfois à mettre en œuvre des pratiques pédagogiques inefficaces, voire délétères. Quelques-uns de ces neuromythes sont encore ancrés dans les écoles actuelles. Pour se prémunir contre eux, il est important de garder un œil critique par rapport aux théories, maximes et propositions pédagogiques qui inondent nos écrans. Il importe également de pouvoir repérer les sources d'informations fiables et de distinguer celles qui reposent sur des données probantes de celles qui relèvent de la simple opinion personnelle ou de l'anecdote. Un outil pour évaluer la fiabilité des informations est d'ailleurs proposé en annexe. Les données probantes accumulées depuis des dizaines d'années forment une base de connaissances tout à fait pertinente pour le corps enseignant d'aujourd'hui.

→ Voir l'annexe
« Les neuromythes »,
à la page 286.

Les données présentées dans cet ouvrage permettent ainsi aux pédagogues de cibler des pratiques gagnantes et de leur donner confiance en révélant les fondements scientifiques de certaines de leurs intuitions.

Des suggestions d'approches pour la mise en œuvre du contenu de cet ouvrage

Bien que cet ouvrage ne soit pas un recueil exhaustif de l'état actuel de la recherche en neuroéducation, de nombreuses connaissances y sont exposées et plusieurs pistes d'action sont proposées. À l'issue de la lecture, il est possible et normal que vous ne vous rappeliez pas tout, que vous vous interrogiez sur ce qui est vraiment essentiel ou même que vous vous demandiez par où commencer. Plutôt que d'attendre d'avoir le temps d'approfondir ces connaissances ou de vouloir tout changer d'un coup (revoir votre programmation, votre façon de faire des dictées ou d'intervenir en classe), il peut être judicieux d'établir un plan d'action progressif en essayant de déterminer les principaux sujets de préoccupation qui vous touchent dans votre classe actuelle ou que vous savez être des enjeux récurrents dans votre milieu. Selon le contexte dans lequel vous enseignez (cycle, caractéristiques socio-économiques des élèves, proportion d'élèves ayant des troubles de l'apprentissage et localisation géographique de l'établissement), certaines approches pourraient être plus pertinentes que d'autres. Chaque enseignant peut ainsi choisir de mettre en

place, en tout ou en partie, les stratégies proposées dans cet ouvrage et les adapter à sa réalité, en gardant en tête les principes qui ont mené à leur proposition.

Il me paraît d'ailleurs important de choisir une approche avec laquelle on se sent à l'aise et qui donne un véritable élan. Cet élan créera une base de motivation qui sera nécessaire pour trouver l'énergie d'impulser le changement et de résister à l'envie bien naturelle de revenir à d'anciennes habitudes. Cet élan devrait idéalement s'accompagner d'une grande bienveillance envers soi-même en reconnaissant qu'il est normal de ne pas pouvoir mettre en œuvre tous les changements espérés en même temps. La méthode des petits pas consistant à se donner des objectifs précis et réalistes est souvent plus propice aux changements à long terme que la méthode de la table rase (vouloir tout révolutionner et se fixer des objectifs hors d'atteinte).

La première étape pourrait donc être de vous concentrer sur votre posture réflexive en observant les élèves comme étant de jeunes apprenants emplis d'un potentiel prêt à se développer. Quel aspect de ce potentiel devrait être stimulé? Quels sont les obstacles aux apprentissages qui pourraient être levés? Cette posture devrait également vous permettre d'interroger vos pratiques et votre état d'esprit. Quels sont vos besoins professionnels qui nécessitent d'être nourris? Comment vous sentirez-vous par rapport aux informations et aux propositions que vous lirez dans cet ouvrage? Il sera important de prendre le temps de vous interroger et de réfléchir à ce que vous souhaitez en retenir. Il y a probablement autant de façons de mettre en œuvre les informations contenues dans cet ouvrage que d'enseignants.

Trois types d'approches pourraient être envisagées.

Une approche pointilliste, par petites touches

Le temps de vous approprier le contenu de l'ouvrage, il est possible d'enrichir votre pratique par petites touches en répondant aux besoins du moment. Vous pouvez alors disséminer quelques messages au gré d'une conversation ou d'une activité ou encore à la suite de la remarque d'un élève. Devant des élèves qui semblent réaliser une activité trop rapidement sans en comprendre le sens, vous pourrez parler des objectifs d'apprentissage. Si la motivation de vos élèves semble être particulièrement liée aux notes, ou encore s'ils font des remarques sur l'intelligence supposée ou non de leurs camarades, vous pourrez traiter de l'état d'esprit de développement et de ce qu'est la réussite. De même, en présence d'élèves qui ont un rapport à l'erreur négatif, qui préfèrent ne pas essayer une tâche plutôt que de risquer de se tromper, vous pourrez aborder le rôle de l'erreur dans l'apprentissage. Enfin, si des élèves se plaignent du caractère répétitif de certains apprentissages et se demandent pourquoi il faut revoir des notions ou s'exercer plusieurs fois, vous pourriez expliquer le principe de la plasticité neuronale. Tout cela peut être fait en utilisant des mots très simples, en prenant des extraits des différentes séquences d'activités proposées.

Une approche ciblée sur une année ou sur un cycle

Après avoir établi les besoins de votre milieu, vous pourriez travailler sur un axe thématique particulier. Si le temps vous le permet, pourquoi ne pas commencer ce chemin par un travail sur l'erreur et l'état d'esprit de développement, ce pilier du «vouloir apprendre» qui semble avoir des effets si positifs sur la volonté de relever des défis? Par exemple, la première séquence d'activités serait tout à fait pertinente pour des élèves montrant peu d'engagement. Cette séquence, en plus de présenter le cerveau, les neurones et la plasticité (des préalables pour la suite), insiste sur le fait que l'intelligence n'est pas fixe, mais se construit au fur et à mesure des expériences par l'effort et l'utilisation de stratégies adéquates. Elle permet également d'aborder la question des stéréotypes sur l'intelligence. Les activités de la première séquence ouvriront sans doute des discussions très intéressantes avec vos élèves. Elles seront d'autant plus riches que vous pourrez les agrémenter de vos connaissances acquises sur le monde fascinant des neurones et de la plasticité qui sont exposées dans le premier chapitre de la première partie.

Ainsi, un premier axe de travail autour du «vouloir apprendre» permettrait d'essayer de donner envie aux élèves de faire des efforts et mettrait la table pour ensuite travailler sur l'axe du «pouvoir apprendre». Il s'agira alors de s'assurer que les élèves peuvent tous vivre des réussites en leur offrant des stratégies gagnantes et adaptées à leurs défis. Évidemment, les effets de ces stratégies seront d'autant plus visibles si vous placez l'élève devant des défis situés dans sa zone proximale de développement, juste au-dessus de ce qu'il sait faire aisément, car l'idée n'est pas d'offrir des réussites faciles, mais des réussites méritées par l'effort et la persévérance pour nourrir ce cercle vertueux. Par la suite, au cours de l'année scolaire, vous pourriez alors cibler l'attention, l'inhibition ou les stratégies de mémorisation, selon les besoins que votre regard expert aura repérés dans les productions et les comportements des élèves.

Les informations exposées dans le levier pivot «tirer parti de ses erreurs» seront d'une aide précieuse pour analyser les sources des erreurs des élèves et ainsi choisir la thématique adaptée à leurs besoins. Les différents obstacles aux apprentissages qui peuvent se dresser sur le chemin de la réussite, décrits dans les sections qui traitent des leviers du «pouvoir apprendre» et dans les chapitres 3 et 4 consacrés à la mémorisation, vous aideront à mieux comprendre les difficultés des élèves. Vous y trouverez également plusieurs pistes d'actions pour soutenir les élèves afin qu'ils surmontent ces obstacles. Il sera alors possible de planifier la mise en œuvre de certaines de ces pistes d'actions en réalisant les séquences d'activités correspondantes. Ainsi, une classe particulièrement turbulente bénéficiera davantage d'un travail préliminaire en lien avec les deuxième et troisième séquences d'activités. Les quatrième et cinquième séquences d'activités, quant à elles, pourront être offertes à des élèves plus réceptifs aux conseils sur la mémorisation, notamment s'ils ont davantage de contenus théoriques à retenir.

Une approche globale sous forme de projet-école

Enfin, il est tout à fait possible de travailler de manière collégiale, en bâtissant un projet éducatif basé sur les leviers de l'apprentissage et les clés de la mémorisation. Un tel projet serait porté par l'ensemble de l'équipe-école et viserait à outiller progressivement tous les élèves pour « apprendre à apprendre ».

Chaque cycle pourrait travailler sur une thématique particulière, mais des ponts se feraient entre les cycles.

- Vous pourriez commencer au préscolaire et au premier cycle par les activités sur l'attention et l'inhibition puisque le contrôle cognitif est en pleine maturation et que les enfants sont encore souvent très impulsifs. Une activité ludique sur les neurones (choisie parmi les activités supplémentaires optionnelles proposées à la fin de la première séquence) pourrait introduire ces séquences pour faciliter la compréhension des notions de « neurones-chefs » abordés dans les activités sur l'attention, par exemple.
- Au deuxième cycle, vous pourriez envisager un travail sur les leviers du « vouloir apprendre » notamment grâce à la première séquence d'activités sur la plasticité et l'état d'esprit qui pourrait donner du sens aux erreurs et permettre de limiter l'effet des stéréotypes sur l'intelligence qui deviennent souvent plus visibles vers 9 ou 10 ans.
- Enfin, le travail sur la mémorisation et les stratégies d'études revêt un intérêt particulier au troisième cycle, à la fois parce que les contenus à mémoriser sont plus nombreux et parce que cela permet de préparer les élèves à travailler de manière plus autonome et donc de faciliter la transition vers le secondaire. Ainsi, les élèves du troisième cycle pourraient travailler sur les clés de la mémorisation en s'entraînant à utiliser les stratégies gagnantes « se tester » et « espacer les répétitions » qui leur seront particulièrement utiles au cours de leurs études subséquentes.

Évidemment, le vocabulaire et les outils présentés lors d'un cycle devraient idéalement être réinvestis dans les cycles supérieurs pour garder une cohérence et pour pouvoir retravailler les notions oubliées, si nécessaire. Un tel projet permettrait aux élèves de commencer le secondaire en possédant de solides stratégies d'apprentissage et une bonne connaissance de leur identité d'apprenant.

Quelle que soit l'approche envisagée, il me paraît important de communiquer vos connaissances aux parents des élèves directement ou par l'intermédiaire des travaux des enfants, qui pourraient eux-mêmes présenter ce qu'ils ont appris (comme cela est proposé dans la première séquence d'activités). Les parents pourront mieux soutenir leurs enfants et devenir de véritables partenaires éducatifs s'ils comprennent les stratégies et les outils que vous mettrez à la disposition de vos élèves.

Les études qui ont montré l'existence de ces phases de désautomatisation et qui sont à la base de la théorie des trois systèmes de pensée soutiennent que le développement cognitif de l'enfant ne se fait pas de manière linéaire et cumulative par grands stades. Elles avancent plutôt l'idée que le développement est dynamique et qu'il est influencé par la maturation cérébrale qui s'effectue à différents rythmes dans diverses régions du cerveau. Cette maturation se fait par vagues et de manière non linéaire. Elles soutiennent également que les erreurs de raisonnement commises par les enfants ne dépendent pas seulement de leur âge, mais également du contexte. Ainsi, on ne peut pas dire qu'au-delà d'un certain âge de maturité, on ne fait plus d'erreurs de raisonnement. Certains contextes vont être plus propices aux erreurs que d'autres. C'est notamment le cas lorsque des énoncés sont posés de sorte qu'ils déclenchent un comportement de stimulus-réponse, identique à celui de l'exemple des plumes et du plomb. Par exemple, en lisant un énoncé d'exercice qui contient *de moins* ou *de plus*, tous les élèves auront le réflexe de vouloir faire une soustraction dans le premier cas et une addition dans le deuxième cas. Mais ils ne le feront pas tous, car pour certains, le système 3 est assez mature pour agir rapidement et inhiber cet automatisme. Dans ce cas, l'élève prend le temps de bien lire l'énoncé et de raisonner. Pour d'autres élèves, le système 3 ne remplit pas son rôle d'arbitre à ce moment-là et la réponse (incorrecte) fuse trop vite. De même, si la charge cognitive de l'énoncé est trop grande, le système 3 peut être submergé et ne pas jouer son rôle d'arbitre. Ainsi, certaines erreurs qui semblent être des erreurs d'inattention ou de compréhension sont des erreurs « contextuelles » causées par le système 3 qui n'a pas joué son rôle. Voici un exemple classique d'énoncé qui provoque très souvent des erreurs de raisonnement chez les adultes : « Un cahier et un crayon valent 1,10 \$. Le cahier vaut 1 \$ de plus que le crayon. Combien coûte le crayon ? »

➔ Voir la section sur la mémoire de travail, à la page 127.

La réponse immédiate qui nous vient en tête (10 cents) est déclenchée par notre système 1. Mais si nous laissons le temps à notre système 2 de s'activer, alors nous trouverons la réponse (5 cents). Nous tromper, dans ce cas précis, ne remet nullement en question nos capacités de calculer ou de raisonner. Cela illustre simplement que nous sommes tombés dans un piège et que nous n'avons pas pris le temps de vérifier notre raisonnement.

Les pistes d'action pour éviter les pièges et résister aux automatismes

Nous avons vu précédemment que certaines erreurs récurrentes viennent d'un problème d'inhibition. L'élève peut avoir du mal à arrêter d'utiliser une stratégie qui s'avérait pertinente, mais qui ne l'est plus (erreur de persévération). Parfois, il répond trop rapidement sans prendre le temps d'écouter ou de lire la consigne. Il dit ou écrit alors la première chose qui lui vient à l'esprit, sans que cela réponde à la question. Enfin, il peut utiliser des habitudes, des conceptions préalables erronées au lieu de réfléchir ou d'appliquer les connaissances acquises. Dans tous les cas, le contrôle cognitif est en jeu. Ce contrôle nécessite d'inhiber les comportements inadaptés à la situation pour utiliser des stratégies pertinentes. En classe, que ce soit au préscolaire ou au primaire, cette capacité d'inhibition est essentielle. Pour aider les élèves à surmonter ces obstacles et à éviter ces pièges, des chercheurs ont proposé des stratégies.

1. Vérifier l'existence de pièges et leur pertinence selon l'objectif pédagogique visé

Une première piste d'action est de vous demander si la formulation de l'exercice proposé dissimule un piège. Si c'est le cas, il faut vous interroger sur l'objectif pédagogique de cet exercice. Si la difficulté supplémentaire liée au piège fait partie de votre objectif, par exemple parce que vous voulez entraîner les élèves à lire très attentivement les énoncés et à ne pas répondre par automatismes (et donc entraîner leur contrôle cognitif), alors elle peut être justifiée et pourrait être considérée comme une « difficulté désirable ». Dans ce cas, il serait néanmoins important d'enseigner aux élèves comment utiliser leur système 3 et de leur fournir les outils et les stratégies pour éviter de tomber dans ces pièges.

Cependant, si le piège ne fait pas partie de votre objectif pédagogique, en d'autres termes, si vous pouvez entraîner les élèves sur l'habileté choisie sans qu'ils soient exposés à ce piège, alors il serait préférable de l'éviter. Pour cela, il faut vérifier la formulation des consignes pour qu'elles soient le plus univoques et limpides possible. L'absence de piège est évidemment conseillée dans les premières phases d'un apprentissage.

À l'école, les pièges demeurent inévitables dans certaines situations, car ils sont liés aux apprentissages antérieurs. C'est notamment le cas dans l'apprentissage des fractions ou des nombres décimaux. Certains réflexes durement acquis au fil des ans par les enfants deviennent des handicaps (par exemple, pour comparer les fractions). Ils doivent alors intégrer le fait que si 2 est bien inférieur à 4, $\frac{1}{2}$ est supérieur à $\frac{1}{4}$, ce qui, mis en formule, peut paraître contre-intuitif : $2 < 4$, mais $\frac{1}{2} > \frac{1}{4}$.

2. S'entraîner à s'arrêter avant d'agir

Un enseignement sur le contrôle cognitif (et plus particulièrement sur le contrôle inhibiteur) visant à expliquer aux élèves pourquoi ils sont parfois impulsifs et agissent par habitude, mais également comment ils peuvent freiner ces automatismes, est particulièrement recommandé dès le préscolaire. Pour cela, des chercheurs en sciences cognitives ont créé un programme tout à fait adapté qui s'intitule « Découvrir le cerveau à l'école » (Rossi et al., 2017) ; il vise à présenter différentes fonctions du contrôle cognitif (inhibition, flexibilité mentale et mémoire de travail) et à entraîner les élèves à utiliser chacune de ces fonctions grâce à des jeux très amusants.

D'autres programmes destinés aux élèves plus âgés présentent les fonctions exécutives et soulignent également la nécessité de s'arrêter avant d'agir, par exemple « Arrête, observe, agis » (Caron, 2018). Enfin, Olivier Houdé et son équipe, en collaboration avec des enseignantes, ont participé à la création d'un programme visant à entraîner les enfants à résister aux automatismes et aux impulsions dans le coffret pédagogique *Entraîner le cerveau à résister* (Garbarg-Chenon et Létang, 2020).

Dans la Séquence d'activités 3, à la page 260, vous trouverez une activité qui vise à présenter le rôle du système 3 à l'aide d'un petit jeu. La fiche SA3-3 sert également à rappeler aux élèves les trois étapes: 1) s'arrêter de parler ou d'agir; 2) observer et écouter ce que dit l'autre; 3) agir après avoir réfléchi. Dans cette activité, les neurones du système 3 sont appelés *neurones-arbitres*, car ils permettent de signaler quand on doit s'arrêter, pour se laisser le temps de réfléchir à la meilleure action à réaliser.

Peu importe, le programme ou les outils choisis, il est important d'en expliquer le sens aux élèves, de leur dire que plus ils s'entraîneront, plus leur système 3 deviendra efficace, donc que leurs « neurones-arbitres » s'activeront au bon moment. Il est également primordial d'utiliser quotidiennement les dispositifs choisis afin que les élèves puissent se les approprier efficacement.

3. Utiliser le dispositif pédagogique de l'attrape-piège

Enfin, il existe un dispositif particulièrement utile pour limiter les erreurs récurrentes liées aux automatismes (Lubin et al., 2012; Rossi et al., 2012). Il s'agit de l'attrape-piège (voir figure 2.26). Ce dispositif est d'ailleurs présenté dans les programmes « Découvrir le cerveau à l'école » (Rossi et al., 2017) et « Entraîner le cerveau à résister » (Garbarg-Chenon et Létang, 2020).

Dans un premier temps, les élèves apprennent à utiliser ce dispositif à l'aide de jeux tels que « Jean dit » (ou « Jacques a dit »). Pour les enfants d'âge préscolaire, des cartes représentant les actions à réaliser (rester immobile quand Jean ne dit rien et agir quand Jean le demande) et des actions à inhiber (agir quand Jean ne dit rien et rester immobile quand Jean demande de réaliser une action) sont distribuées. Si Jean dit « Mets-toi

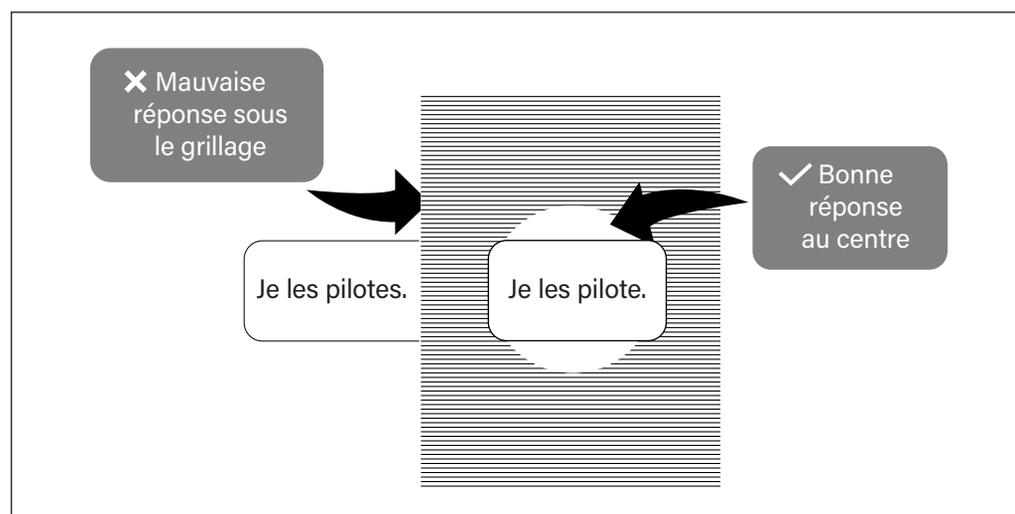
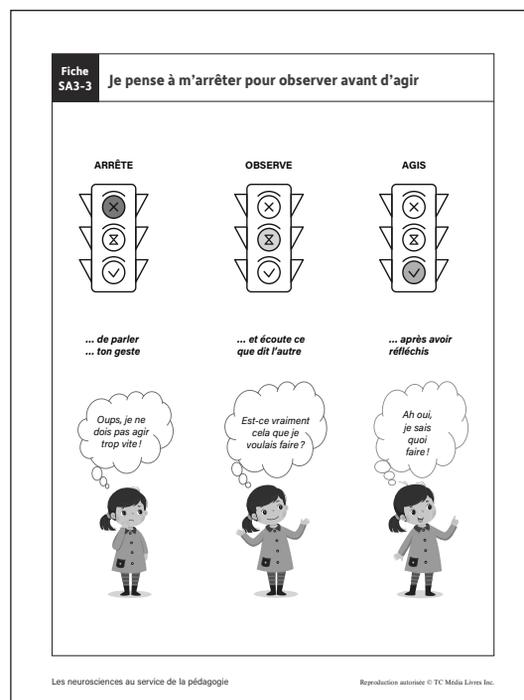


FIGURE 2.26 Représentation de l'attrape-piège: il s'agit d'un papier calque rayé qui forme une sorte de grille, avec une zone transparente au centre. La grille représente les pièges que l'on doit « enfermer » et le centre représente les bonnes réponses que l'on doit laisser s'exprimer.

debout», les élèves doivent placer la carte «Rester immobile quand Jean demande de réaliser une action» sous la grille et placer la carte «Agir quand Jean le demande» au centre. Ce procédé est répété plusieurs fois pour que les élèves comprennent le principe des pièges et l'utilisation de l'attrape-piège.

Dans un deuxième temps, le dispositif peut être utilisé lors de l'enseignement pour expliciter les pièges que les élèves pourront rencontrer. Ainsi, dès l'apprentissage du principe des fractions, on explique aux élèves que, comme ils ont appris les nombres entiers d'abord, ils pourraient parfois faire des erreurs quand ils compareraient ou additionneront des fractions. On peut alors montrer l'erreur courante (que l'on met dans la partie grillagée de l'attrape-piège) et expliquer que si l'on prend le temps de réfléchir, on peut trouver la bonne réponse, que l'on place au centre de l'attrape-piège.

Dans un troisième temps, les élèves sont invités à utiliser le dispositif de manière autonome, par exemple lors de la résolution de problèmes.

Tous les types de pièges (ou d'erreurs récurrentes) peuvent être explicités avec ce dispositif. On va vu que la persévération pouvait pousser les élèves à utiliser une stratégie qui n'est plus adéquate. Lorsque l'on fournit un exercice qui contient des séries d'additions et de soustractions, on peut préciser: «Faites attention, car votre système 1 pourrait vous faire tomber dans un piège et vous pousser à faire uniquement des additions par habitude. Vérifiez bien avant de faire votre calcul quel est le signe de l'opération à effectuer.»

De la même façon en français, quand on enseigne aux élèves l'accord du verbe, on peut préciser que devant le verbe, il y aura parfois le mot *les*, mais qu'il faut se méfier de l'automatisme [Je vois *les* et je mets un *s*], car *les* peut être un déterminant ou un pronom, selon le contexte. Dans ce cas (par exemple «Je les pilote»), on doit trouver le sujet pour accorder le verbe et non pas regarder le mot qui est juste devant (ce que l'on faisait pour accorder le nom dans le groupe du nom). L'attrape-piège permet alors d'illustrer ce qui se passe dans le cerveau, de sensibiliser les élèves aux erreurs à éviter et de leur rappeler le contrôle qu'ils doivent avoir sur leurs réponses. On peut ainsi les inviter à s'arrêter et à bien réfléchir à la stratégie à employer. Ce type de raisonnement métacognitif leur sera utile dans toutes les matières.

Il a été montré que l'entraînement métacognitif de ce type était plus efficace que de simplement rappeler la règle dans le cas d'erreurs liées à des automatismes (Lubin et al., 2012).

En plus de ces interventions ciblées sur les erreurs, tout type d'activité visant à entraîner l'inhibition peut s'avérer bénéfique pour renforcer le contrôle cognitif des élèves. Par exemple, de nombreux jeux de société font appel à l'inhibition (et à d'autres fonctions exécutives telles que la flexibilité mentale) et pourraient être utilisés pour enseigner aux enfants ce qu'est l'inhibition et à quel moment elle est utile, et ce, de manière amusante et motivante.

Afin de tester vos connaissances et de consolider vos apprentissages, vous pouvez essayer de répondre aux questions de la fiche E2E, à la page suivante.

→ La fiche E2E est offerte sur la plateforme *i+ Interactif* (avec ou sans réponse).

À retenir



Les leviers du pouvoir apprendre : Résister aux automatismes

1. Comprendre l'existence des trois systèmes de pensée et leurs interactions

- ✓ Système 1 : les automatismes et les habitudes, rapides, mais peu fiables
- ✓ Système 2 : le raisonnement lent, mais fiable
- ✓ Système 3 : l'inhibition qui sert d'arbitre entre les deux autres systèmes

2. Mettre en oeuvre des pistes d'actions pour résister aux automatismes

- ✓ Vérifier l'existence de pièges dans les consignes et leur pertinence par rapport à l'objectif pédagogique
- ✓ Entraîner les élèves à s'arrêter avant d'agir à l'aide d'activités stimulant l'inhibition et d'outils pédagogiques
- ✓ Utiliser l'attrape-piège pour favoriser la réflexion métacognitive autour des automatismes qui font commettre des erreurs.

Clé 2 : Optimiser la mémoire de travail

La deuxième clé de la mémorisation consiste à optimiser la mémoire de travail en visant, d'une part, à limiter les informations non pertinentes et les situations de double tâche et, d'autre part, à regrouper ou à segmenter les informations afin de libérer un peu d'espace dans la mémoire de travail.

Pourquoi cette clé favorise-t-elle la mémorisation ?

Nous avons vu que la mémoire de travail avait une capacité limitée tant en ce qui concerne le nombre d'éléments pouvant être retenus et traités que la durée de rétention. Il convient donc de prendre certaines précautions pour éviter de surcharger la mémoire de travail des élèves et s'assurer de ne pas les mettre en situation de double tâche.

En effet, lorsque le nombre d'informations à traiter simultanément dépasse la capacité de notre mémoire de travail (c'est-à-dire la quantité d'information que celle-ci est capable de traiter et de mémoriser à court terme), alors nous pouvons ressentir une sensation d'inconfort et de fatigue cognitive, appelée *surcharge cognitive*. Cette sensation désagréable d'être dépassé par les événements, gêné par un trop grand nombre d'informations à traiter, nous empêche de traiter les nouvelles informations. Si elle se prolonge, elle peut même provoquer une forme d'épuisement qui mène à la démotivation et au décrochage (Berthier et Guilleray, 2020). Il n'est pas rare que les enseignants ou les parents ressentent cette surcharge lorsqu'ils reçoivent trop de questions en même temps, ce qui peut donner l'impression de ne plus être capable de penser correctement. Les élèves la ressentent également lorsqu'ils reçoivent des instructions trop longues ou trop complexes. Cette surcharge cognitive doit être évitée pour maintenir les élèves dans une situation de contrôle et pour qu'ils puissent traiter les informations qu'ils lisent ou entendent au fur et à mesure.

Selon la théorie de la charge cognitive (Sweller et al., 2011), quand nous apprenons une nouvelle information, une certaine charge cognitive est imposée à notre mémoire de travail. Il existe deux sortes de charge cognitive : la charge intrinsèque et la charge extrinsèque.

- La charge cognitive intrinsèque est liée à l'information en elle-même, qui peut être plus ou moins complexe à traiter, selon le degré de familiarité de la personne avec le sujet. Pour un lecteur novice, lire un mot de trois syllabes (par exemple, le mot *parapluie*) présentera une charge cognitive intrinsèque élevée, car il doit décoder plusieurs graphèmes, les associer aux phonèmes correspondant pour créer les trois syllabes, les associer entre elles et enfin retrouver le mot correspondant dans son lexique interne. En revanche, la lecture de ce même mot présentera une faible charge cognitive pour un lecteur expert.
- La charge cognitive extrinsèque désigne les ressources en mémoire de travail qui sont requises non pas par la nature de l'information, mais par la façon dont celle-ci se trouve présentée, lorsqu'elle n'est pas optimale. En d'autres termes, il s'agit d'une charge cognitive qui n'est pas directement liée à l'objectif d'apprentissage et qui aurait pu être évitée en utilisant un design pédagogique plus adéquat.

Lors d'un nouvel apprentissage, les deux charges cognitives s'additionnent et déterminent les ressources en mémoire de travail qui sont nécessaires à la réalisation de

l'activité d'apprentissage (voir figure 4.2). Ainsi, la surcharge cognitive intervient lorsque la demande en ressources de mémoire de travail est plus grande que les ressources disponibles dans cette mémoire. Ces propriétés expliquent comment un élève peut se retrouver désarmé devant un exercice de mathématiques mal posé (présentant une forte charge cognitive extrinsèque), même si l'exercice porte sur des savoirs ou des savoir-faire d'un niveau de complexité adéquat (avec une faible charge cognitive intrinsèque). À cause de la surcharge cognitive, l'élève n'est plus capable de traiter les informations présentes, ce qu'il aurait pu faire dans un autre contexte. Dans ce cas, toutes les ressources de la mémoire de travail sont consacrées au traitement des instructions de la tâche et il n'en reste plus pour réaliser la tâche en elle-même.

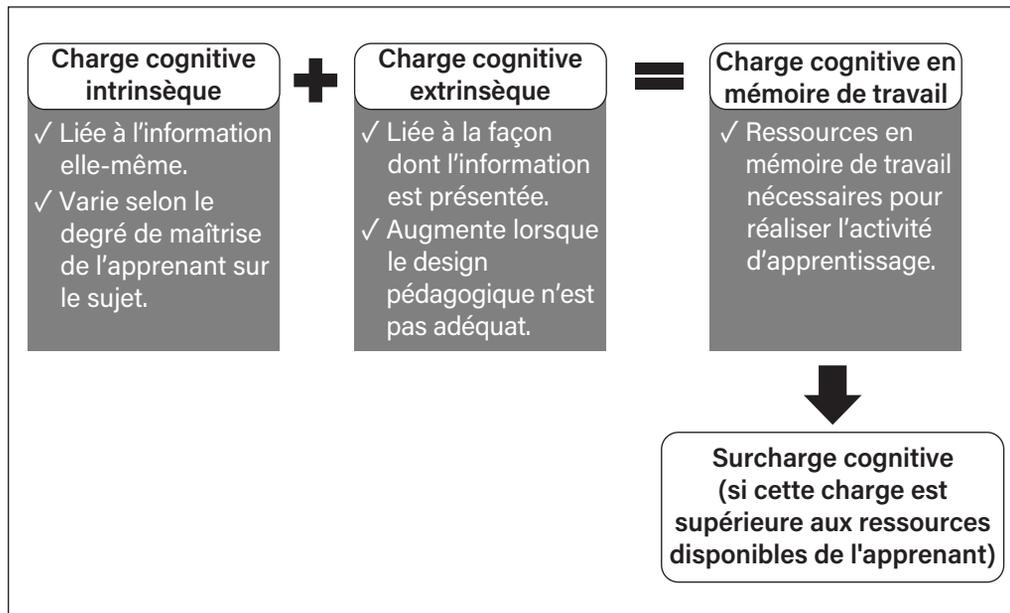


FIGURE 4.2 Deux composantes de la charge cognitive en mémoire de travail

Quels sont les types d'apprentissages qui requièrent une faible charge cognitive intrinsèque ?

D'après Sweller et ses collaborateurs (2011), les apprentissages qui requièrent une faible charge cognitive intrinsèque sont ceux qui ne nécessitent pas de traiter, de comprendre ou de retenir plusieurs éléments simultanément qui interagissent entre eux. Ainsi, l'apprentissage de mots de vocabulaire, que ce soit en français ou pour toute autre matière (par exemple, en anglais ou en sciences), consiste généralement à associer un élément à un autre. C'est le cas lorsque l'on apprend que le mot *cat* signifie « chat » en anglais ou que *Cu* est le symbole de l'élément cuivre. Chaque paire de mots peut être traitée indépendamment des autres paires ou des autres éléments du langage. Cet apprentissage représente une faible charge cognitive intrinsèque. En revanche, l'apprentissage d'une liste de mots de vocabulaire peut tout de même paraître difficile, car il n'est pas évident de retenir en mémoire ces associations ; il faut les répéter, se tester à plusieurs reprises, ne pas confondre les mots et les traductions, etc. Une tâche peut donc présenter une faible charge cognitive (pour chaque élément pris individuellement) et un degré de difficulté important pour un apprenant (surtout s'il est débutant) (voir tableau 4.1, à la page suivante).

TABLEAU 4.1

Exemples de tâches perçues comme plus ou moins difficiles et nécessitant une charge cognitive intrinsèque faible ou forte.

Niveau de difficulté ressenti	Charge cognitive intrinsèque	
	Faible	Forte
Facile	Traduire le mot <i>dog</i> en français quand on est au secondaire.	—
Difficile	Traduire le mot <i>dog</i> en français quand on commence l'apprentissage de l'anglais.	Comprendre une longue phrase en anglais avec une double négation et des mots inconnus.

Note : Les activités ayant une forte charge cognitive intrinsèque sont souvent perçues comme difficiles, il n'y a donc pas d'exemple de tâche « facile » demandant une forte charge cognitive intrinsèque.

Quels sont les types d'apprentissages qui requièrent une grande charge cognitive intrinsèque ?

Si, pour comprendre un énoncé, il faut traiter simultanément plusieurs éléments qui interagissent entre eux, alors la charge cognitive intrinsèque pour le saisir devient plus élevée. C'est notamment le cas lorsque l'on essaie de comprendre une longue phrase comportant plusieurs mots inconnus et plusieurs propositions imbriquées. Par exemple :

« Les neurones de la région impliquée dans la lecture des phrases complexes présentent une activation qui est corrélée à celle des neurones qui sont impliqués dans la compréhension et la recherche en mémoire du sens des mots. »

Dans cet exemple, la signification de certains mots peut être inconnue (par exemple le mot *neurone*) ou peut sembler floue dans le contexte de cette phrase (*activation, corrélée*). De plus, pour comprendre le sens de cette phrase, il faut garder en mémoire la première partie (« les neurones de la région impliquée dans la lecture des phrases complexes ») et la mettre en relation avec la seconde partie de la phrase (« des neurones qui sont impliqués dans la compréhension et la recherche en mémoire du sens des mots »). Cette phrase présente un haut niveau d'interactivité entre ses différents éléments et provoque donc une charge cognitive intrinsèque élevée pour toute personne qui n'est pas habituée à lire ce type d'informations.

La plupart des nouveaux apprentissages faisant intervenir plus de deux éléments présentent une charge cognitive intrinsèque élevée. Cette charge intrinsèque est pertinente, elle fait partie inhérente de l'apprentissage des notions de plus en plus complexes que l'on acquiert à l'école pour enrichir ses connaissances et ses compétences. Il ne faut donc pas voir cette charge cognitive intrinsèque comme un problème à éviter, mais la considérer comme une caractéristique inhérente à tout apprentissage. En revanche, il est important de tenir compte de cette charge lorsque l'on planifie une activité d'apprentissage. Il faut aussi se rappeler que la charge cognitive intrinsèque peut varier d'une personne à l'autre selon son expertise ou sa connaissance de l'apprentissage visé. De plus, si des élèves semblent avoir des capacités de mémoire de travail plus faibles, il peut s'avérer pertinent de se demander si cette charge cognitive intrinsèque est adaptée. Si ce n'est pas le cas, il peut être bénéfique d'essayer de la réduire.

Comment diminuer la charge cognitive intrinsèque d'une tâche ?

La charge cognitive intrinsèque d'une tâche peut être diminuée de deux façons : en segmentant la tâche ou en acquérant de l'expertise à propos de celle-ci.

- Le fait de segmenter une tâche d'apprentissage, c'est-à-dire de la découper en sous-activités, permet de diminuer la charge cognitive intrinsèque puisque cela réduit le nombre d'éléments interreliés que l'apprenant doit traiter simultanément. L'enseignement des éléments à apprendre de manière indépendante plutôt que comme des éléments interreliés simplifie l'apprentissage pour les novices, dans un premier temps. Les éléments pourront être mis en relation dans un second temps. Cette façon de faire est généralement bien connue des enseignants. C'est pour cela que l'on enseigne aux élèves de maternelle la correspondance entre le son [o] et le graphème *o* (une seule lettre) avant d'enseigner les correspondances avec les graphèmes complexes *au* et *eau* (deux lettres et plus).
- La charge cognitive intrinsèque d'une tâche diminue également grâce à l'expertise gagnée par l'apprenant au fur et à mesure de sa progression. L'apprentissage se traduit par l'acquisition de schémas mentaux qui regroupent des éléments afin de former des représentations plus complexes. C'est ainsi que le lecteur expert est capable de lire d'un coup d'œil le mot *chat* sans devoir déchiffrer chaque correspondance graphème-phonème. Le mot *chat* est lié à une représentation qui associe l'orthographe et le sens du mot ainsi que certaines connaissances en lien avec le mot ou ce qu'il représente (par exemple, que c'est un nom commun masculin singulier, que le chat est un mammifère, etc.). L'acquisition de ces schémas réduit la charge cognitive intrinsèque puisque les informations sont vues comme un tout et non comme une série d'éléments en interaction.

On voit que la charge cognitive intrinsèque est inhérente à l'apprentissage et ne peut parfois pas être diminuée chez l'apprenant novice. Il est donc très important de tenir compte des limites de la mémoire de travail pour adapter la charge cognitive extrinsèque de l'activité aux capacités des apprenants (voir figure 4.3).

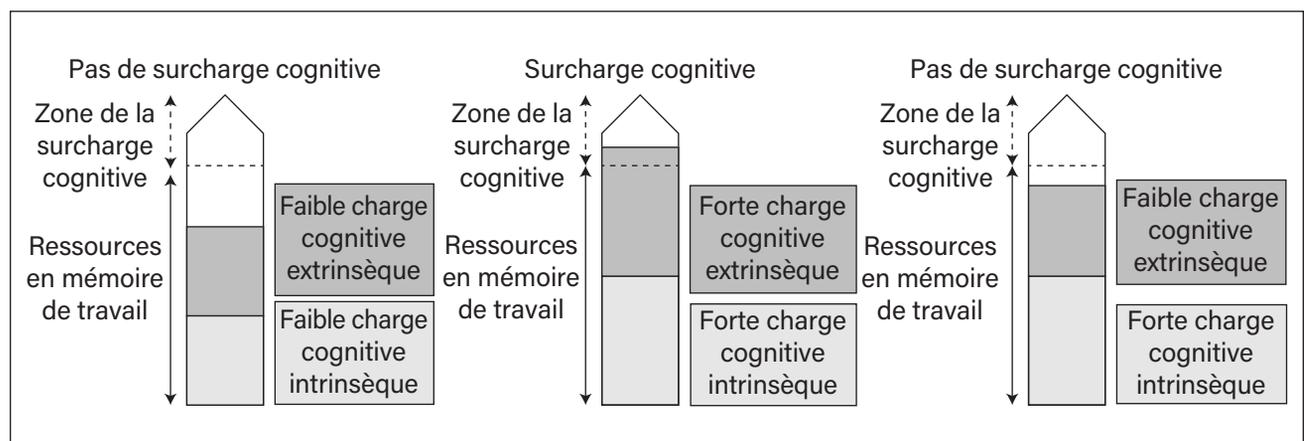
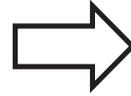
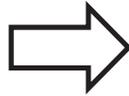


FIGURE 4.3 Les ressources en mémoire de travail peuvent être vues comme un réservoir dans lequel on peut puiser pour apprendre.

Je réfléchis à quelque chose que j'ai réussi à force de m'entraîner



Au début, je ne
pouvais pas...

Pour m'améliorer,
j'ai...

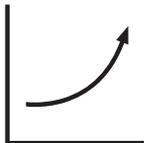
Finalement, j'ai
réussi à...

Quand tu as réussi,
qu'as-tu ressenti ?

Est-ce que cela valait la peine
de faire des efforts ?

Questions inspirées d'une activité issue du programme « Brainology for Home » issue de Mindset Works, 2019.

Adopte un état d'esprit de développement

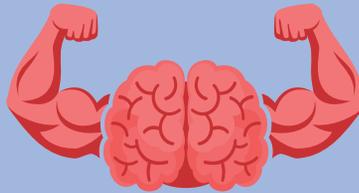
		Plutôt que de penser que :	Je peux me dire que :
Intelligence		Mon intelligence fait la différence.	Mes efforts et mon attitude font la différence.
Erreur		J'ai fait une erreur.	Les erreurs m'aident à progresser.
Efforts		C'est trop difficile.	Cela va me demander du temps.
Persévérance		Je n'y arrive pas.	Je n'y arrive pas encore, pour le moment.
Persévérance		Je ne trouve pas la solution.	Essayons d'une autre façon.
Intelligence		Je ne suis pas assez intelligent/ intelligente pour réussir cela.	Je vais apprendre comment faire.
Intelligence		Je n'aurai jamais autant de talent qu'eux.	Je vais leur demander comment ils font, ils peuvent m'aider.
Intelligence		Je suis nul/nulle.	Je ne fais que commencer. Je vais y arriver.
Efforts		Cela devrait suffire.	Est-ce vraiment mon meilleur travail ?

Tout ce que tu dois savoir sur

LE SUPER POUVOIR DE TON CERVEAU

EN M'ENTRAÎNANT RÉGULIÈREMENT :

GRÂCE À LA
PLASTICITÉ



- Je crée de nouvelles connexions dans mon cerveau.
- Mon cerveau devient plus fort et plus rapide.
- Je renforce mes apprentissages et je progresse !

RAPPELLE-TOI LES 5 CLÉS POUR PROGRESSER

1 JE RELÈVE DES DÉFIS
ET JE FAIS DES EFFORTS.



2 J'UTILISE DES STRATÉGIES.



3 J'APPRENDS DE MES ERREURS.



4 JE PRENDS SOIN
DE MON CERVEAU.



5 JE CROIS EN MON POTENTIEL !





Comment motiver mes élèves? Pourquoi les mêmes erreurs se répètent-elles dans leurs travaux? Comment faire pour que les leçons soient mémorisées durablement, même une fois les évaluations terminées? Comment redonner le goût d'apprendre aux élèves? Tant de questions se posent aux enseignantes et aux enseignants...

Céline Fouquet désire aider les personnes enseignantes du préscolaire et du primaire à mieux comprendre les facteurs qui agissent sur la réussite de leurs élèves. En s'appuyant sur les recherches en neurosciences, en psychologie cognitive et en sciences de l'éducation, elle leur propose des pistes de réflexion et d'actions pour soutenir chaque apprenant dans le développement de son plein potentiel.

En première partie de l'ouvrage, elle lève le voile sur le fonctionnement du cerveau, passe en revue les leviers des apprentissages efficaces et suggère des pratiques pédagogiques à privilégier pour favoriser l'engagement. Elle y traite entre autres des rétroactions constructives, de la curiosité comme moteur de l'apprentissage, de l'erreur comme signal d'information ainsi que de l'entraînement de l'attention et de l'inhibition. Elle souligne également l'importance de croire que les capacités peuvent s'améliorer au fur et à mesure des expériences vécues.

Dans la deuxième partie, l'autrice explique le fonctionnement de la mémoire et présente six clés pour se souvenir plus durablement des informations apprises telles que la mobilisation des connaissances préalables, l'optimisation de la mémoire de travail et les stratégies de mémorisation efficace.

Une dernière partie regroupe cinq séquences d'activités pour transmettre les notions aux élèves : comprendre la plasticité du cerveau, maîtriser son attention, apprendre à s'arrêter pour réfléchir, se tester pour mieux mémoriser ainsi qu'espacer les réactivations. Des questionnaires, des affiches et des fiches d'activités accompagnent l'ouvrage.

En mettant les neurosciences au service de la pédagogie, les enseignantes et les enseignants pourront faire des choix éclairés, que ce soit lors de la planification des activités d'enseignement-apprentissage ou à l'occasion des interventions en classe.

Céline Fouquet, Ph. D., est docteure en neurosciences. Elle a fait ses études doctorales et post-doctorales à Paris, sur la détection précoce des troubles de la mémoire au cours du vieillissement, puis elle a continué ses activités de recherche à Montréal. Elle a participé au développement de différents programmes d'entraînement de la mémoire et à la mise au point de programmes de vulgarisation sur le fonctionnement du cerveau. Elle a ensuite mis ses compétences et ses connaissances scientifiques au service de l'innovation pédagogique. Elle a fondé, en 2018, l'entreprise ANTÉCOSA, dont le but est d'informer, au moyen de formations et de conférences, le personnel enseignant, les parents et toutes les personnes intéressées par l'éducation sur les leviers de l'apprentissage. M^{me} Fouquet est également chargée de cours à l'Université de Sherbrooke, où elle donne entre autres des cours de deuxième cycle sur les neurosciences en éducation. Elle y poursuit également des recherches scientifiques portant sur les facteurs qui influencent la motivation, l'engagement et la réussite scolaire des élèves.

