

L'APPRENTISSAGE SE FAIT PAR CŒUR ?



DAVE BÉLANGER*
Professeur de biologie
Collège François-Xavier-Garneau

On se souvient généralement assez bien de son premier coup de foudre ou de sa première peine d'amour. Cependant, il est moins évident de se rappeler l'endroit où la voiture a été garée le mois dernier.

Qu'est-ce qui fait la différence entre un souvenir marquant et un souvenir qui s'efface ? Depuis quelques années, un certain nombre de recherches, tant en psychologie qu'en neurosciences, tendent à démontrer que les émotions sont au cœur des processus d'apprentissage et de mémorisation. Comment les émotions influencent-elles la mémoire ? Faut-il ressentir pour apprendre ?

Du point de vue de la psychologie, le fait de susciter une émotion permet de diriger l'attention, ce qui est nécessaire à l'apprentissage et à la mémorisation (Green, 1999).

En classe, les élèves semblent apprécier les enseignants qui stimulent leur côté affectif. En effet, deux des principales qualités indiquées par les élèves pour caractériser un bon professeur sont l'enthousiasme que celui-ci dégage et son sens de l'humour (Saint-Onge, 1987). Ces mêmes qualités ressortent d'une entrevue, menée par Savoie-Zacj en 1994, auprès de 15 élèves envisageant l'abandon de leurs études (voir Viau, 2005). Pourtant, l'enthousiasme et l'humour ont beaucoup plus à voir avec les émotions qu'avec le contenu d'un cours...

Alors, ces composantes émotionnelles peuvent-elles influencer directement la construction des souvenirs ?

Selon Favre, un enseignant chercheur en sciences de l'éducation de l'Université de Montpellier (2006), « l'état émotionnel d'un sujet interfère en permanence dans le traitement des informations. Il n'y a donc pas de fonctionnement cognitif indépendant d'un fonctionnement émotionnel ». Ainsi, toujours selon Favre, il faut considérer l'apprentissage comme un processus non seulement cognitif, mais aussi émotionnel.

Malheureusement, cette réalité est souvent sous-estimée. À titre d'exemple, Viau, reconnu pour ses travaux sur la motivation en contexte scolaire, écrit que l'influence des émotions est secondaire dans le processus de motivation (Viau, 1994, p. 102). Autre exemple, Piaget et Gardner, pour des raisons de simplifications méthodologiques légitimes, ont dissocié les processus cognitifs des processus affectifs (émotionnels) (Favre, 2006). Étant donné l'influence majeure de ces deux chercheurs dans le monde de la pédagogie, certains auteurs pensent que cette dissociation a contribué à amplifier la tendance à séparer le corps (les émotions) et l'esprit (la cognition) lors de l'apprentissage (*ibid.*). L'évolution des connaissances scientifiques et leur diffusion pourraient toutefois donner aux émotions la place qui leur revient dans le processus d'apprentissage et de mémorisation. Voici, brièvement, quelques-unes de ces connaissances scientifiques susceptibles d'être utiles aux professeurs.

DE LA PSYCHOLOGIE AU NEURONE...

Le cerveau est le siège des émotions et de l'apprentissage. Il est formé de milliards de cellules qu'on appelle **neurones**, qui forment de vastes réseaux de communication. Ces réseaux permettent par exemple d'associer différents stimuli (comme l'odeur d'une fleur et la vue de cette fleur) ou de conserver certains événements en mémoire. À l'intérieur de ces réseaux, les neurones communiquent entre eux en générant des impulsions électriques. Toutefois, chaque neurone demeure totalement isolé de ses voisins. Mais, alors, comment font-ils pour communiquer ensemble ? En utilisant une sorte de clef nommée **neurotransmetteur**.

Lorsqu'un neurone veut envoyer un message à son voisin, il libère un neurotransmetteur dans l'espace qui le sépare de ce dernier. Cet espace est nommé **fente synaptique**. Lorsque le neurotransmetteur atteint le neurone voisin, il agit à la manière d'une clef qui s'insère dans une serrure : il déverrouille une porte. Lorsque la porte est déverrouillée, le deuxième neurone est informé qu'il vient de recevoir un message de son voisin et qu'il peut le transmettre à son tour.

Il est toutefois important de préciser que le deuxième neurone ne transmet pas automatiquement un message lorsqu'il reçoit des neurotransmetteurs de son voisin, deux conditions devant être respectées. D'abord, le premier neurone doit libérer suffisamment de neurotransmetteurs. En d'autres termes, pour que le deuxième neurone réagisse, il faut que le premier insiste suffisamment. Ensuite, le deuxième neurone doit exposer à sa surface suffisamment de « serrures ». Ces « serrures », qu'on appelle **AMPA**¹, pourraient être comparées à des oreilles qui permettent d'entendre

* L'auteur tient à remercier M. Luc Desautels, Ph. D., pour ses précieux commentaires et ses conseils judicieux.

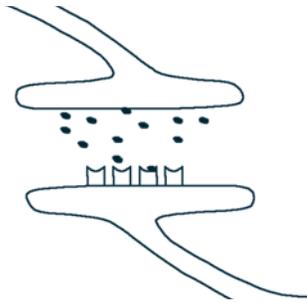


les messages des neurones voisins. Plus il y a d'oreilles exposées, plus le message a de chance d'être entendu et, en fin de compte, transmis.

Figure 1

Dans cette figure, le neurone du haut libère son neurotransmetteur (cercle) dans l'espace qui sépare les deux neurones (fente synaptique).

Ce neurotransmetteur se fixe dans sa « serrure » nommée AMPA (petites boîtes blanches à la surface du neurone du bas).



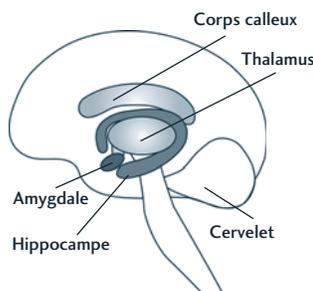
On sait aujourd'hui que, lors de la mémorisation d'un souvenir, un réseau spécifique de neurones s'élabore dans diverses structures du cerveau (Laroche, 2001). Lors du rappel de ce souvenir, il ne s'agit que d'activer le réseau correspondant. Plus un réseau est fort, c'est-à-dire lorsque les neurones du réseau libèrent beaucoup de neurotransmetteurs et exposent beaucoup de serrures AMPA, plus le souvenir correspondant est durable (*ibid.*). Plus un réseau est sollicité, à savoir plus il est activé souvent, plus il se solidifie. Autrement dit, plus un souvenir est rappelé fréquemment, plus il se consolide. C'est d'ailleurs ce qui explique que certaines personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer se souviennent d'événements très anciens, mais oublient les plus récents...

DU NEURONE À LA MÉMOIRE...

La mémoire ne se localise pas en un endroit précis du cerveau. Toutefois, elle se construit principalement dans une structure située au centre de ce dernier qu'on appelle **hippocampe**. C'est à l'intérieur de cette structure cérébrale que s'élaborent les réseaux de neurones associés à la mémoire – surtout la mémoire à long terme.

Figure 2

L'hippocampe est une structure située au centre du cerveau. Il est impliqué dans les processus de mémorisation à long terme. Il est intéressant de noter la proximité de l'hippocampe et de l'amygdale, une structure impliquée dans les émotions.



En 1973, une équipe de chercheurs a découvert comment les réseaux de neurones de l'hippocampe parviennent à se consolider, c'est-à-dire à libérer plus de neurotransmetteurs et à exposer plus de serrures. En appliquant une faible décharge électrique très brève sur des tranches d'hippocampe, les chercheurs ont observé que les circuits stimulés devenaient plus sensibles (plus facilement activables) et que cette sensibilité était conservée pendant des semaines, voire des mois ! Ils ont nommé le phénomène : **potentialisation à long terme** ou **PLT** (*ibid.*).

On comprend mieux aujourd'hui comment fonctionne cette potentialisation à long terme. La faible décharge électrique appliquée fait en sorte que les neurones libèrent beaucoup plus de neurotransmetteurs qu'à la normale dans la fente synaptique. Ces derniers se fixent comme d'habitude sur les serrures AMPA du deuxième neurone. Toutefois, l'excès de neurotransmetteurs libérés fait en sorte qu'ils parviennent à déverrouiller un deuxième type de serrure nommée **NMDA**².

Les serrures NMDA sont beaucoup plus difficiles à déverrouiller – d'où la nécessité d'une quantité plus importante de neurotransmetteurs. Toutefois, quand elles le sont, elles donnent un signal au neurone de fabriquer plus de serrures AMPA et de les exposer dans la fente synaptique (Hu, Real, Takamiya, Kang, Ledoux, Huganir et Malinow, 2007). En d'autres termes, lorsqu'elles sont déverrouillées, les serrures NMDA ordonnent au neurone de fabriquer plus d'oreilles pour mieux entendre les signaux de ses voisins. Ce qui a pour conséquence de consolider le réseau.

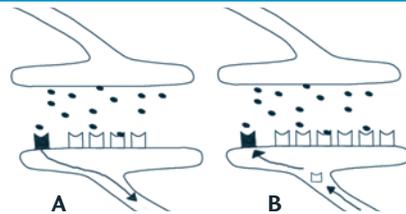
La figure présentée à la page suivante illustre le fonctionnement de la PLT.

¹ AMPA: Alpha-amino-3-hydroxy-5methyl-4isoxazole propionic acid

² NMDA: N-Methyl-D-aspartate



Figure 3



En A, une grande quantité de neurotransmetteurs libérés parviennent à déverrouiller le type de serrure nommé NMDA (petite boîte noire). Une fois déverrouillée, la serrure NMDA fait parvenir au neurone un message demandant la fabrication d'un plus grand nombre de serrures du premier type - AMPA (petites boîtes blanches). Cette demande est ici représentée par une flèche.

En B, les nouvelles serrures AMPA ont été fabriquées et sont acheminées vers la fente synaptique où elles seront finalement exposées. Il en résulte un plus grand nombre de serrures AMPA dans la fente synaptique, ce qui consolide la communication entre les deux neurones impliqués.

[...] les influx nerveux associés aux émotions pourraient moduler la durabilité des réseaux neuronaux liés aux souvenirs.

DU L'ÉMOTION AU SOUVENIR...

Ces faibles impulsions électriques appliquées pour déclencher la PLT et la consolidation d'un réseau de neurones existent également à l'état naturel. Les neurones eux-mêmes sont capables de les produire dans certaines conditions. Or, il semble qu'une région du cerveau très près de l'hippocampe facilite le déclenchement de PLT dans l'hippocampe. Il s'agit de l'**amygdale**. Cette structure, qui n'a rien à voir avec les amygdales situées dans la gorge, a un rôle pivot et majeur dans le déclenchement des émotions (Abe, 2001).

De plus, l'amygdale entretient des liens très étroits avec l'hippocampe : plusieurs neurones de l'amygdale communiquent avec l'hippocampe et vice versa. On peut d'ailleurs observer la proximité des deux structures à la figure 2.

Des expériences sur des animaux auxquels on a causé des lésions dans la région de l'amygdale ont montré que leur hippocampe avait beaucoup plus de difficultés à générer de la PLT, ce qui se traduisait par une plus grande difficulté d'apprentissage et de mémorisation. Les animaux avaient, par exemple, beaucoup plus de difficultés à retrouver leur chemin dans un labyrinthe que ceux du groupe contrôle (Abe, 2001). Une autre expérience a pu démontrer que la stimulation de certaines régions de l'amygdale – qui rappelons-le, participe au déclenchement des émotions – amène certains neurones de l'hippocampe à déclencher plus facilement la PLT, nécessaire à la consolidation des réseaux (Abe, 2001). Ces expériences suggèrent fortement que les influx nerveux provenant de l'amygdale peuvent moduler la solidité des réseaux neuronaux de l'hippocampe.

En d'autres mots, les influx nerveux associés aux émotions pourraient moduler la durabilité des réseaux neuronaux liés aux souvenirs.

Une recherche menée par Meyer et Turner en 2006 suggérait que l'apprentissage nécessite des expériences émotionnelles positives parce que ce processus implique l'estime de soi. Viau (1994) avait déjà mentionné l'importance de « sa propre perception à réussir une tâche » comme source de motivation et de réussite. À la lumière de la relation qui existe entre l'amygdale et l'hippocampe, il est tentant de penser que les émotions positives agissent plus directement sur le processus d'apprentissage et de mémorisation qu'on ne le croyait...

DU SOUVENIR À LA CLASSE...

Les plus récentes publications dans le monde de la pédagogie épousent de très près le paradigme que constitue la centration sur l'élève. Plusieurs d'entre elles suggèrent, par exemple, de rendre les élèves actifs pour favoriser la construction des connaissances. Pourtant, peu de ces publications ont porté sur les processus neurobiologiques qui sont à la base de tout apprentissage. Les derniers développements en neurosciences suggèrent qu'une information, lorsqu'elle est teintée d'émotion, est plus facilement conservée en mémoire. La composante affective en classe pourrait donc avoir une implication pendant l'apprentissage en agissant non seulement sur l'estime de soi et la perception de sa capacité à réussir, mais plus directement sur la fortification du processus de mémorisation. On pourrait alors penser qu'en association avec les nouvelles connaissances développées dans le contexte du paradigme de centration sur l'élève, la liaison information-émotion pourrait améliorer davantage la rétention des savoirs chez les élèves.

Depuis l'arrivée de ce paradigme, l'enseignant a vu s'ajouter à sa fonction de maître de sa discipline celle d'organisateur de situations d'apprentissage. Dans l'optique des nouvelles percées scientifiques abordées ici, on pourrait songer à ajouter une troisième fonction : l'enseignant peut offrir une teinte émotionnelle aux savoirs. Ce faisant, il faciliterait leur conversion en connaissances puis en souvenirs. Qui sait, l'apport d'une charge émotionnelle pendant la construction des connaissances permettrait peut-être aux élèves de s'en souvenir comme s'il s'agissait de leur premier coup de foudre... ❖



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABE, K., «Modulation of Hippocampal Long-term Potentiation by the Amygdale: a Synaptic Mechanism Linking Emotion and Memory», *Japanese journal of pharmacology*, vol. 86, 2001, p. 18-22.

FAVRE, D., «Émotion et cognition: un couple inséparable», *Cahiers pédagogiques*, n° 448, 2006.

GREEN, F. E., «Brain and Learning Research: Implications for Meeting the Needs of Diverse Learners», *Education*, vol. 119, n° 4, 1999, p. 682-688.

HU H., E. REAL, K. TAKAMIYA, M.-G. KANG, J. LEDOUX, R. L. HUGANIR et R. MALINOW, «Emotion Enhances Learning via Norepinephrine Regulation of AMPA-Receptor Trafficking», *Cell*, vol. 131, 2007, p. 160-173.

LAROCHE, S., «Les mécanismes de la mémoire», *Pour la Science*, édition française de *Scientific american*, avril-juillet, 2001, p. 52-59.

MEYER, D. K. et J. C. TURNER, «Re-conceptualizing Emotion and Motivation to Learn in Classroom Contexts», *Education and psychological review*, vol. 18, 2006, P. 377-390.

SAINT-ONGE, M., «Les matières scolaires peuvent-elles intéresser les élèves?», *Pédagogie collégiale*, vol. 1, n° 1, 1987, p. 16-18.

VIAU, R., «Les facteurs externes qui influent sur la dynamique motivationnelle de l'élève», tiré d'un document PERFORMA (2005) disponible à l'intérieur du cours PED853 offert à l'été 2008.

VIAU, R., *La motivation en contexte scolaire*, Saint-Laurent, Édition du Renouveau Pédagogique, 1994.

Enseignant en biologie au Collège François-Xavier-Garneau, Dave BÉLANGER détient une maîtrise en sciences neurologiques de l'Université de Montréal. Il a œuvré dans le domaine de la recherche biomédicale pendant près de 10 ans, où il a notamment travaillé sur les atteintes neurologiques liées au virus du SIDA. Il poursuit présentement une maîtrise en éducation dont le thème porte sur l'implication des émotions dans le processus d'apprentissage.

davebelanger@videotron.ca

Depuis sa création en 1975, la *Revue des sciences de l'éducation* favorise la diffusion des résultats de recherche en éducation.

Chaque numéro de cette publication francophone propose à ses lecteurs:

1. des articles qui présentent des résultats de recherche de nature théorique ou empirique;
2. des documents, regroupant des notes de recherche, débats, essais critiques ou discussions de questions relatives à l'éducation;
3. des recensions critiques d'ouvrages pertinents au domaine de l'éducation.

La rigueur de la politique de sélection des textes en fait un outil de formation privilégié pour les professionnels qui évoluent dans le domaine de l'éducation, les enseignants et les étudiants inscrits aux cycles supérieurs. La *Revue* publie trois numéros par année, d'une dizaine d'articles chacun (janvier/mai/octobre), dont au moins deux numéros à vocation thématique. Il est à noter que ces derniers peuvent devenir un excellent complément à un cours.

La *Revue des sciences de l'éducation* est une belle fenêtre pour les auteurs, puisque les lecteurs proviennent d'un peu partout à travers le monde (Canada, France, Belgique, Japon, États-Unis, Suisse, etc.). À ce titre, une section du site *Web* leur est destinée afin de les soutenir lorsqu'ils veulent proposer un texte. Toutes les informations relatives à la *Revue*, ainsi que les consignes de soumission d'un article sont disponibles sur le site *Web* de la *Revue des sciences de l'éducation*:

www.rse.umontreal.ca

Revue des sciences
de l'éducation

