

BERTHIER Jean-Luc
Neurosciences cognitives au service de l'apprentissage

Présentation de l'auteur

Après une carrière d'enseignant, Jean-Luc BERTHIER a occupé plusieurs postes de principal et de proviseur, avant d'animer la formation des personnels de direction à l'École supérieure de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Devenu spécialiste des neurosciences cognitives de l'apprentissage et de la formation, il pilote une large équipe dont la mission est de sensibiliser, former et expérimenter en lien avec la recherche, tant en France qu'à l'étranger. Il est l'auteur de nombreux ouvrages de pédagogie.

Le site de l'équipe « Sciences cognitives, Comment changer l'École » est accessible à l'adresse sciences-cognitives.fr



Résumé

Sur un fond de connaissances validées et rigoureuses, les neurosciences cognitives proposent des pistes crédibles autour des axes fondamentaux de l'apprentissage que sont la mémorisation, la compréhension, l'attention, l'implication et la place du numérique. Grâce auxquelles le taux de réussite des apprenants, et leur rapport à l'apprentissage peuvent s'accroître significativement, estompant mécaniquement la difficulté, donc le décrochage scolaire et universitaire.

Le passage des théories à la formation n'en est à ce jour qu'à son étape balbutiante. Mais l'amorce d'une dynamique organisée et accompagnée, basée sur l'expérimentation en équipe, laisse augurer des perspectives prometteuses.

L'article replace les neurosciences cognitives de l'apprentissage dans un contexte large de société, présente des éléments fondamentaux sur le fonctionnement du cerveau de l'apprenant, que tout enseignant-formateur devrait connaître pour les traduire en modalités pédagogiques, et pose un schéma efficace de changement à l'échelle d'une équipe, voire d'un établissement.

Mots-clés : 5 : neurosciences cognitives, pédagogie, performance scolaire, attractivité, outils numériques, innovation

Introduction

A cours des dernières décennies, les neurosciences cognitives ont franchi un bond considérable dans la compréhension des mécanismes fondamentaux de l'apprentissage, autour des axes de la compréhension, la mémorisation, la mobilisation de l'attention, l'implication active, et la place du numérique. Il n'est plus concevable que les enseignants-formateurs en ignorent les éléments clés et ne les traduisent en modalités pédagogiques.

Le développement des connaissances en neurosciences cognitive coïncide avec les résultats préoccupants des enquêtes internationales, des taux spectaculaires d'échecs en début de cycle universitaire, l'explosion du nombre et de la performance des outils numériques, et une interrogation large des enseignants sur l'efficacité et l'attractivité de leurs pédagogies.

Que nous apportent les neurosciences cognitives, qui permettrait d'améliorer la performance de l'apprentissage chez les élèves et les étudiants, et par conséquent leur motivation et leur réussite ? En priorité chez ceux les plus en difficulté. Comment passer des théories encore incomplètement abouties et validées, à l'exercice pédagogique sur le lieu de formation ? Dans quelle mesure les outils numériques peuvent-ils y participer ? Quels moyens sont donnés aux enseignants-formateurs pour acquérir des connaissances crédibles en neurosciences cognitives de l'apprentissage, et les traduire en modalités concrètes ? Comment lever une dynamique de changement à l'échelle individuelle, d'équipe et de classe, voire d'établissement ?

C'est à ces questions que nous allons tenter d'apporter des éléments de réponse.

1. Le contexte

1.1. Un ensemble de sciences en évolution

Depuis toujours, philosophes, éducateurs, médecins, psychologues, se sont interrogés sur le fonctionnement du cerveau qui pense, agit et réagit, se souvient et oublie, apprend en se structurant de façon toujours plus complexe. Les neurosciences cognitives, qui couvrent l'ensemble de ces disciplines – psychologie, neurobiologie, linguistique, informatique, etc. - s'inscrivent dans l'exigence et l'éthique de la science :

- Elaboration de théories sur la base de connaissances validées par des études répondant aux critères de la recherche ;
- Remise en question des conclusions et affirmations au fil de l'avancée des connaissances et études ;
- Mise à l'épreuve par l'expérience et les diverses applications en situations réelles.

Il apparaît comme indispensable que les acteurs de la formation soient non seulement instruits d'un minimum de connaissances, mais qu'ils les aient éprouvées sur leur terrain d'exercice, afin d'en évaluer les applications possibles et les limites, dans un esprit de curiosité, d'innovation, et de prudence.

Le domaine du cerveau est sans doute celui où circulent le plus grand nombre de fausses connaissances, d'intuitions erronées, d'affirmations hâtives, préjudiciables à des pratiques et des décisions justes. La science avance, à son rythme. Que les professionnels de l'apprentissage s'emparent uniquement du périmètre le plus crédible des connaissances. Mais qu'ils s'en emparent ! Les enseignants-formateurs sont des professionnels de la plasticité cérébrale des apprenants. Il est de leur responsabilité d'ajuster leurs pratiques en fonction des apports les plus assurés de la science.

1.2. La chasse aux neuromythes

On nomme neuromythes les croyances sur le fonctionnement du cerveau, non conformes aux connaissances validées par la communauté scientifique. Les ignorer, c'est perpétuer des pratiques pédagogiques inadaptées, voire contraires au fonctionnement réel du cerveau. Les origines en sont diverses : manque de culture, informations imprudemment et hâtivement livrées par les médias, propension à s'emparer de nouvelles contre-intuitives et accrocheuses, insuffisante rigueur de pensée.

Parmi les neuromythes les plus répandus on peut citer : un cerveau droit et un cerveau gauche qui induiraient en chacun des profils typés de personnalités ; l'affirmation « je perds la mémoire » ou « j'ai une bonne mémoire » alors que nous possédons des dizaines de zones

mémorielles ; fidélité des souvenirs, alors que la remémoration d'un souvenir relève de la reconstruction d'éléments qui se sont le plus souvent déformés avec le temps ; apprenants catégorisés en visuels, auditifs, kinesthésiques, alors qu'aucune étude ne le prouve ; confusion entre comprendre et mémoriser, ou entre apprendre et retenir. Il en est tant et tant d'autres.

1.3. Qui sont les acteurs concernés par la connaissance des neurosciences cognitives de l'apprentissage ?

Bien entendu et en premier lieu, les enseignants-formateurs qui mettent en œuvre la pédagogie, en sachant précisément comment l'esprit perçoit, mémorise et oublie, quelles sont les conditions d'une bonne compréhension, d'une implication-motivation efficace de l'apprenant, de l'importance des capacités attentionnelles et du développement des fonctions exécutives.

Les personnels de direction qui ont un rôle majeur à jouer de catalyseurs, de stimulateurs, d'accompagnateurs des initiatives et des équipes. Ils ouvrent la porte des établissements à ce champ de connaissances, et en perçoivent les enjeux. Ils facilitent la mise en place des conditions de mise en œuvre : formation et constitution des équipes, encouragement des expérimentations, diffusion des résultats, information des instances tels que les responsables académiques, de l'innovation et du numérique, les collègues chefs d'établissements, les inspecteurs.

Les personnels d'inspection ont un rôle de sensibilisation, de formation, de valorisation des enseignants innovateurs et précurseurs.

Les élèves et étudiants, généralement fascinés par la connaissance de leur fonctionnement cérébral et de leur métacognition, deviennent lorsqu'ils en sont correctement informés, les partenaires actifs et incontournables de ces pratiques. Ils perçoivent rapidement les bénéfices personnels qu'ils peuvent en tirer. Apprendre à apprendre, passe par l'acquisition de la connaissance neuroscientifique de l'apprentissage.

Enfin les familles ne peuvent plus ignorer la façon dont fonctionne le cerveau de leurs enfants- apprenants. Combien de maladroites éducatives pourraient être évitées si elles connaissaient mieux le rôle du sommeil dans l'apprentissage, de la reprise en mémoire, de l'importance de l'attention, des rythmes, de la rigueur des savoirs !

2. Quatre axes majeurs des sciences cognitives pour l'apprentissage et la formation

Notre équipe centre son action autour de quatre axes principaux : les mécanismes de la compréhension et de la mémorisation, le développement des capacités attentionnelles et l'implication active. Ces thèmes incluent les questions d'évaluation et la place des outils numériques. En revanche elle ne travaille pas sur les troubles de l'apprentissage, les hauts potentiels, les dys, l'hyperactivité, la place des émotions, la gestion mentale.

Les quatre axes cités constituent le socle fondamental de tout apprentissage, pour tous les élèves. S'en emparer, c'est œuvrer à amoindrir la difficulté scolaire, prévenir les décrochages, rendre l'École et la formation plus attractive et épanouissante.

2.1. La compréhension

2.1.1. Tentative de définition

La compréhension est au cœur de toute activité d'apprentissage, elle en est peut-être l'objectif ultime pour développer des compétences, traiter des situations de plus en plus complexes, résoudre, réfléchir, transférer les acquis en les appliquant diversement.

Mais qu'est-ce que comprendre ? Que l'on soit face à un texte, une image ou une œuvre d'art, une formule mathématique, un fonctionnement de machine, une problématique ou une situation de la vie, comprendre c'est chaque fois être confronté à un système d'éléments, unis par des liens généralement logiques.

Comprendre, c'est parvenir à faire émerger une idée claire à partir d'un ensemble complexe. C'est en construire un sens global en référence à ses propres acquis, tout en l'intégrant à d'autres systèmes ou situations connus de soi. C'est être capable d'appliquer l'objet de la compréhension à d'autres situations voisines et différentes. Ou pour le moins d'établir des associations entre le système étudié et ce que l'on possède en mémoire. C'est être en mesure de formuler des inférences, des extensions, une conclusion.

Mais comprendre une situation ou un système, est-ce aller jusqu'à interpréter ? Est-ce avoir une idée de ce qui préexiste à cette situation, ses causes, ce qui l'explique ? Est-ce aller au-delà, jusqu'à sa portée, ses effets ? Où commence et où s'achève la compréhension du système ?

2.1.2. Un processus personnel

Comprendre ne conduit pas à une réponse binaire « j'ai compris » vs « je n'ai pas compris ». C'est un processus continu de construction de représentations, jamais achevé et essentiellement personnel. La classique question « avez-vous compris » n'a pas de sens. Il serait plus juste d'identifier ce que l'apprenant a élaboré comme idées, ce qu'il est capable d'en faire, quels liens il établit avec d'autres notions, quelles explications il peut formuler, avec plus ou moins de profondeur.

2.1.3. La compréhension d'un texte

Il s'agit sans doute de l'un des objets les plus étudiés à propos de la compréhension. Les experts présentent le processus de la compréhension par le schéma suivant.

Dans une première phase de reconnaissance, et grâce aux signaux physiques qui lui parviennent (visuel par la lecture ou l'observation, auditif par la parole et l'écoute) le cerveau commence par évaluer le degré de reconnaissance ou de non-reconnaissance des informations qui émanent du système. Il ne peut pour cela qu'en référer à son stock d'acquis : « connais-je ce mot, reconnais-je ce son, connais-je cette forme, cette personne ? ». La mémoire est au premier chef mobilisée, comme elle le sera dans les autres étapes.

Puis autour de regroupements d'informations, le cerveau élabore des microstructures autour desquelles des fractions de sens se construisent. Il y a passage progressif du local au global. La mémoire sémantique est bien entendu sollicitée pour fournir les sens et permettre d'articuler les microstructures entre elles afin de conduire à des macrostructures de plus en plus larges. La pensée prend de la hauteur. Sont également mobilisés tous les automatismes de traitement des indices orthographiques, grammaticaux, étymologiques, de liaison.

Simultanément, des liens s'établissent et sont activés, entre le système étudié et d'autres possédés dans les mémoires à long terme : connaissances, souvenirs, références. La phase d'extension se met en place, qui permettra de replacer la situation étudiée parmi d'autres, de la prolonger, de l'exploiter.

2.1.4. La mémoire est consubstantielle de la compréhension

La compréhension, n'est pas possible sans la possession en mémoire d'acquis suffisamment nombreux, précis et justes, pour reconnaître, construire des représentations, établir des liens internes et externes au système étudié. Il n'est donc pas possible de comprendre sans savoir ! Mémorisation et compréhension sont intimement liées mais relèvent de démarches complémentaires.

Il est possible d'étendre à d'autres systèmes qu'un texte, ce qui vient d'être rapidement brossé sur les étapes de la compréhension, conscient que comprendre dépasse ce schéma. Mais en creux, l'enseignant aura conscience que tout apprenant n'est en capacité de comprendre que s'il possède suffisamment d'acquis en amont. D'où l'importance primordiale de travailler sur les prérequis avant d'aborder l'étude d'un nouveau thème.

2.1.5. Conditions de la compréhension

En plus d'un capital requis en mémoire, le cerveau a besoin pour élaborer sa compréhension, d'aptitudes liées aux fonctions exécutives :

- Conservation temporaire en mémoire de travail les éléments participant à la compréhension en cours et au traitement de la tâche ;
- Construction d'une démarche cohérente par sélection des informations pertinentes et inhibition de celles qui ne le sont pas ;
- Organisation et planification du raisonnement ;
- Maintien d'une attention soutenue permettant d'assurer la continuité de la démarche de compréhension.

2.1.6. Améliorer la compréhension des apprenants

Plusieurs paramètres sont à l'œuvre :

- S'appuyer sur une présentation bimodale, le plus fréquemment visuelle (un support sobre, textuel ou imagé) et auditive (l'enseignant expose). Ce double encodage effectué en cohérence concourt à une meilleure perception, à condition que les deux présentations soient parfaitement cohérentes ;
- Ne pas surcharger l'information transmise afin de ne pas dépasser les limites de la mémoire de travail ;
- Préparer l'étude d'un nouveau chapitre avec quelques prérequis – par exemple en mode pédagogie inversée – à la quadruple condition :
 - . D'en sélectionner un nombre raisonnable ;
 - . De les présenter sous forme attractive et active : tant par la forme pédagogique (questionnaires, textes à trous, énigmes, questions à répondre ...), que par les supports (capsule vidéo, power point vidéo ou non, powtoon ...) ;
 - . D'en limiter la durée ;
 - . D'effectuer systématiquement et brièvement un contrôle à l'entrée en cours, en utilisant les outils numériques de tests.

- S'assurer que les termes et concepts utilisés en cours d'étude sont connus ;
- Prévoir des activités variées de traitement pour l'assimilation des éléments nouveaux ;
- Fournir un horizon personnalisé de sens avec des tests de positionnement ou de compréhension, en tout début de l'étude d'un nouveau thème, ou en cours d'étude de celui-ci.

2.2. La mémorisation

2.2.1. La place des mémoires dans les apprentissages

L'humain est un être de mémoire, laquelle agit volontairement ou à notre insu à tout moment de la vie. Pour se repérer dans le temps, dans l'espace et dans tout contexte, pour comprendre et traiter les situations, pour élaborer des pensées, et se construire une identité. Les fonctions de la mémoire mobilisent la plus grande partie du cerveau.

La plasticité cérébrale s'exprime par une modification des neurones pris individuellement – synapses, dendrites, axones - et de la réorganisation incessante des connexions entre les neurones. La plasticité cérébrale est incessante, la mémoire est dynamique.

Un cerveau qui apprend sollicite toutes les familles de mémoires, en les modifiant. D'où l'importance pour l'enseignant-formateur, de connaître les principales fonctions mémorielles, d'identifier les familles de mémoires, leurs fonctionnements, leurs temporalités et d'avoir une idée claire sur le concept d'oubli et la façon de le surmonter.

Mal gérer sa mémoire, pour un apprenant, peut se traduire par :

- . Une absence ou une médiocre connaissance des mots et des concepts engendrant des difficultés pour comprendre, s'exprimer, raisonner, traiter. Inversement la possession rigoureuse des savoirs améliore grandement la performance et l'implication.
- . L'insuffisante possession des automatismes de base en mémoire procédurale –par exemple en lecture, arithmétique, habiletés graphiques et méthodologiques - entraînant un blocage de la réflexion en mémoire de travail, et créant un écart grandissant entre les apprenants, donc de l'hétérogénéité chez les élèves.

Or on sait désormais que tout individu peut accroître ses stocks en mémoire, à condition de connaître et de mettre à profit les règles fondamentales de la mémorisation. Aux enseignants d'expliquer ces règles, de planifier les stratégies de mémorisation, de créer et mettre en œuvre les meilleurs outils et supports.

2.2.2. Quelques propriétés de base sur les mémoires

Nous n'avons pas « une mémoire » mais une multitude de zones dans le cortex qui participent en complémentarité et souvent simultanément aux activités liées à la mémoire. Il est erroné de dire que l'on a une bonne ou mauvaise mémoire. Même à un degré ultime de la maladie d'Alzheimer, le patient se rappelle encore comment nager, marcher, faire du vélo, il reconnaît une table ou un ustensile familier. Même atteint de prosopagnosie (difficulté à reconnaître les visages), la personne pourra apprendre une poésie.

Les signaux traités par les mémoires diffèrent par leur nature sensorielle : visuels, auditifs, olfactifs, du toucher, etc. Réparties dans les deux hémisphères, ces mémoires spécialisées dans leurs traitements se démultiplient le plus souvent en un grand nombre de sous-mémoires.

Les mémoires fonctionnent en système, en relation intime les unes avec les autres, chacune avec des temporalités et des modalités spécifiques : à très court terme, à moyen, long ou très long terme. L'organisation juste des activités pédagogiques en dépend directement. Il serait maladroit de penser que les mémoires s'organisent en « boîtes » distinctes. Les fonctions mémorielles agissent ensemble de façon complexe. Des modèles tels que celui de Tulving en fournit une présentation simplifiée, mais fort utile.

2.2.3. Le modèle de Tulving des 5 familles de mémoires

Regarder par la fenêtre, écouter une conversation, détecter une odeur, c'est percevoir une quantité considérable de signaux qui seront, pour la plupart reconnus – mais pas toujours - grâce aux mémoires **perceptives** liées aux organes des sens. Ces mémoires assurent une fonction à très court terme (quelques millisecondes). Le débat est en cours sur la nature précise de ces mémoires, leur localisation, leurs liens avec les mémoires à long terme.

Les mémoires **sémantiques** stockent l'immense quantité d'informations que nous possédons sur le monde et sur soi, et que l'on peut déclarer explicitement. Elles intéressent tout particulièrement les enseignants qui cherchent à les nourrir, en contrecarrant les mécanismes de l'oubli dont elles sont l'objet. Elles sont un peu notre bibliothèque personnelle de savoirs.

La mémoire **procédurale** est celle des automatismes, inconscients et rapides, moteurs et cognitifs. Elle participe à l'expertise des artisans, des musiciens, des sportifs, de la lecture, et quasiment à l'exécution de toute tâche, avec confort et rapidité, en libérant la mémoire de travail. Les procédures s'acquièrent au prix d'entraînements nombreux et étalés dans le temps, souvent sous-estimés par les enseignants. Une fois installés, ces acquis le sont généralement pour la vie.

La mémoire **épisodique** est celle des souvenirs, dans leur contexte de temps, d'espace, d'émotions. Elle permet de stocker des situations de référence utiles pour la compréhension. C'est une mémoire à long terme, peu fiable.

La **mémoire de travail** permet de retenir durant un temps court et en nombre limité des informations, pour traiter une tâche, gérer ses pensées, réfléchir, décider. Elle se caractérise par :

- . Son caractère éphémère, quelques secondes (mémoire à court terme), quelques minutes.
- . Son caractère limité, que l'on appelle l'empan mnésique, dont la valeur dépend du type des informations – verbales, images, positions successives dans l'espace – de leur familiarité et du lien que l'on peut construire entre elles. Il est erroné de penser que chaque personne est caractérisée par un empan mnésique donné.

La mémoire de travail est une mémoire d'exécution.

2.2.4. Les fonctions exécutives

La mémoire de travail n'est pas dissociable des **fonctions exécutives** permettant de traiter les informations, selon des processus dits de « haut niveau », tels que :

- Sélectionner une information parmi plusieurs (Attention sélective)
- Réfréner une distraction, un réflexe, une information non pertinente (Inhibition)
- Opérer un choix entre deux possibilités (Décision)
- Organiser et planifier un ensemble d'informations (Planification)

- Rechercher activement une information en mémoire
- Maintenir l'attention sur un focus particulier (Attention soutenue)
- Changer de focus attentionnel (Attention divisée)
- Modifier un point de vue (Flexibilité)

Les fonctions exécutives mobilisent des zones proches de celles de la mémoire de travail et concourent avec cette dernière à résoudre des problèmes : analyse, organisation, choix et décision, contrôle de la pensée, adaptation et régulation. L'hypothèse est posée que ces fonctions exécutives se travaillent, s'entraînent, en particulier à travers les activités d'apprentissage. Leur niveau de développement caractérise un esprit performant. Elles concourent à la réussite dans la vie, en particulier dans les études.

2.2.5. L'oubli

L'oubli représente l'ensemble des phénomènes traduisant la difficulté, voire l'impossibilité de rappeler des informations que l'on suppose stockées en mémoire. On lui attribue plusieurs causes :

- Des processus moléculaires naturellement et incessamment chargés de faire disparaître des informations afin de ne conserver que les plus utiles et pertinentes. L'oubli n'est pour la plupart des individus ni une faiblesse ni une maladie, mais un processus physiologique naturel prévu par la nature pour limiter le nombre des informations utiles ;
- L'insuffisante consolidation des informations produit leur estompage, la difficulté à les rappeler. La rareté de la réactivation engendre tout naturellement une difficulté de rappel ;
- Le faible nombre de liens entre les informations, et des indices permettant leur rappel.

Dans un souci d'efficacité, l'enseignant-formateur doit inclure dans ses pratiques :

- La consolidation des traces en mémoire à long terme, afin de disposer d'un stock suffisant de savoirs ;
- L'installation d'automatismes en mémoire procédurale ;
- La réactivation des informations les plus utiles afin de les rendre aisément rappelables ;
- Le développement des fonctions exécutives par des modalités pédagogiques pertinentes.

2.2.6. Quelques règles fondamentales de la mémorisation

Devraient être connues de tout enseignant et apprenant :

- Consolidation à rythme expansé : pour être retenues et rappelables aisément sur un temps long, les informations doivent être réappries plusieurs fois. Les écarts entre les reprises peuvent être de plus en plus grands ;
- Mémorisation active : se poser une question et tenter d'y répondre produit une rétention en mémoire beaucoup plus forte que de simplement lire l'information. La lecture pour apprendre – habitude largement répandue chez les élèves et étudiants – est un leurre d'apprentissage ;
- Feedback proche : l'apprentissage efficace se produit lors de la confrontation rapide entre la réponse à une question et la prédiction posée par le cerveau lors de la question.

Lorsque la mémorisation est passive par simple lecture, cette confrontation n'existe pas ;

- Le temps long et inconscient de l'assimilation : le cerveau continue d'assimiler les informations de façon inconsciente au-delà de la situation d'apprentissage. Aussi fulgurant soit-il parfois, le cerveau peut être très lent dans l'assimilation à terme. Le cerveau apprend aussi lorsqu'il n'a pas le sentiment d'apprendre.
- Multiplication des liens : plus les liens sont nombreux entre une information nouvelle et celles présentes en mémoire, meilleure est la possibilité de rappel ultérieur. D'où les techniques d'organisation de la pensée, des cartes mentales, des illustrations, des traitements aux formes variées ;
- Mise en place des conditions optimales au moment de la mémorisation : attention mobilisée, absence de distracteurs, compréhension des informations à retenir, présentation claire, mise en évidence des essentiels.

2.2.7. Traduction pédagogique des règles de mémorisation efficace

Des modalités simples peuvent être mises en place pour favoriser la mémorisation. Les fiches de mémorisation (à ne pas confondre avec les fiches de synthèse pour les révisions), les logiciels de mémorisation à parcours individualisé (Anki, Supermémor), les tests (et les applications numériques comme Socrative, Kahoot, Plickers), les séquences de mémorisation en cours, les groupes d'interrogation, les cahiers de réactivation, les reprises planifiées, etc.

2.3. L'attention

2.3.1. Premier critère de réussite dans la vie

Des travaux ont démontré que les jeunes apprenants ayant développé tôt leurs capacités d'attention se révèlent vingt ans plus tard ceux qui ont le mieux réussi leurs études, atteint le meilleur équilibre de leur vie personnelle, et de surcroît avec la meilleure santé. Le développement de l'attention en milieu scolaire s'avère une priorité majeure. L'attention est la capacité de maintenir la conscience sur une seule cible, la plus pertinente au milieu de multiples sollicitations, et sur un temps prolongé, sans se laisser distraire. La capacité d'attention relève d'un processus biologique localisable qui se développe grâce à de longs entraînements répartis sur des temps longs.

L'attention permet, au cours de l'apprentissage, de maintenir le focus sur la tâche à accomplir, ce serait-ce qu'écouter et observer, sans perte de temps, Et en accroissant l'intensité de l'activité cognitive. Elle permet de limiter les erreurs, les divergences, et d'accroître la mémorisation.

2.3.2. Les capacités attentionnelles se développent

Essentiellement au cours des premières années et jusqu'à l'adolescence par des exercices réguliers, visant à dompter les distracteurs, ces signaux visuels, sonores, sensoriels, qui nous parviennent incessamment à notre insu, et activent des systèmes d'alerte. Leur importance était très grande à l'époque où l'humain était fréquemment placé en situation de danger. De nos jours, il s'agit surtout d'agir justement dans un monde qui nous envahit de mille bruits et distractions (attention soutenue). Cette capacité se travaille.

Nous sommes également submergés par les pensées émergentes qui nous distraient. D'où la nécessité de les maîtriser afin de les écarter. Nous devons être capables de sélectionner aisément un élément parmi d'autres (attention sélective). Et de pouvoir rapidement passer d'un objet d'attention à un autre si nécessaire (attention partagée). Enfin nous avons besoin de juguler la survenue de faux réflexes, ou de pensées et de gestes non pertinents (inhibition).

Ces capacités ne sont pas innées, ou très peu. Aussi le terrain de l'apprentissage représente une formidable opportunité de développement de l'attention et de contrôle de la pensée. Biologiquement, ces capacités commencent à être localisées et identifiées (myélinisation des faisceaux de neurones qui relient les zones d'impulsion et d'alerte, et les zones sièges des fonctions exécutives).

2.3.3. Des études en fort développement

Dans la droite ligne de chercheurs comme D.Kahneman qui a mis en évidence les deux systèmes de la pensée : le premier, automatique (rapide, fréquent, confortable) permettant de réaliser nombre d'actions à la suite d'entraînements, mais qui n'est pas toujours fiable, et le second (lent, rationnel, avec peu d'erreurs), plusieurs scientifiques contemporains poursuivent ces études, comme Olivier HOUDÉ et son LaPsyDé sur le thème de l'inhibition, ou Jean-Philippe LACHAUX et son programme ATOL de développement de l'attention chez les enfants. Ils préconisent des entraînements pour mieux savoir passer d'un système à l'autre, et mieux observer son mental afin de contrôler les dérapages d'attention.

Or à ce jour, peu d'activités ont l'objectif en milieu d'apprentissage, de développer l'attention, si l'on excepte les consignes et injonctions que l'enseignant dispense régulièrement pour obtenir calme et écoute. « Apprendre à résister », pour reprendre le titre de l'ouvrage d'O.Houdé, s'apprend à travers des activités de vigilance, d'observation soutenue et détaillée, courtes et créatives. Cet entraînement est nécessaire, « no pain, no gain », et extrêmement utile. Le recours à la dimension ludique – jeux, challenges – est une piste à prendre sérieusement en compte.

On retiendra également la relation entre la mobilisation de l'attention et les capacités de la mémoire de travail, naturellement limitée. D'où le conseil de fractionner un objectif large en sous-objectifs afin de pouvoir conserver en tête, tous les éléments nécessaires au traitement.

Le développement des techniques de mise au calme des esprits va également dans le sens d'une meilleure gestion de son mental par les apprenants.

2.4. L'implication

Toutes les études démontrent la supériorité écrasante du cerveau « producteur » par rapport au cerveau « récepteur » dans l'apprentissage. La transmission, si pratiquée au sein de notre système scolaire et universitaire, engendre de lourds défauts d'attractivité, de motivation, d'intégration des savoirs et de développement de nombreuses compétences.

2.4.1. Quelques arguments scientifiques

La confrontation entre la prédiction et la solution. Le cerveau dispose d'une forte dimension prédictive, cette propension à émettre une supposition lors de toute question posée, toute hypothèse émise. L'apprentissage est efficace lors de la confrontation entre la prédiction et la

solution. D'où la méthode du « feedback proche » cité plus haut, permettant de rectifier un malentendu, corriger une erreur, intégrer une information juste. En mode récepteur seul, cette confrontation n'existe pas, ou si peu.

L'implication active en petit groupe est un lieu d'échange d'idées, de propositions, de confrontation d'arguments. Non seulement l'esprit est en mode actif pour mobiliser ses propres arguments, mais il doit écouter et prendre en compte les avis d'autrui. Ce qui développe les fonctions exécutives, en particulier d'inhibition.

La parole active un mode kinesthésique de l'organe vocal dont l'effet sur la mémorisation à terme est avéré. Quel acteur, professeur ou homme politique n'a pas constaté que l'entraînement oral en amont permet une meilleure mémorisation que la simple lecture silencieuse ?

Au-delà de ces effets démontrés par l'étude, l'implication active permet à l'apprenant de se responsabiliser, de prendre une part créative, un rôle dans la production collaborative. Lorsqu'elle est habilement conduite, la pédagogie des îlots est clairement positive si les conditions sont respectées : composition des groupes dont seul l'enseignant en possède l'alchimie, répartition des rôles, précision de la feuille de route, respect des consignes de travail, mode de restitution des productions.

2.4.2. Restructurer l'espace de formation et le positionnement de l'enseignant-formateur

Travailler en îlots, c'est repenser la mise à disposition des informations nécessaires à la conduite d'une tâche en mode collectif, c'est éclater la disposition des tables en regroupements par 3 ou 4 apprenants, c'est s'habituer à travailler dans un bruit relatif, c'est aussi modifier le face-à-face de l'enseignant-sachant qui transmet. En mode côte-à-côte, il respecte des rythmes différents, répond à des questionnements divers, prépare en amont des tâches nouvelles, se risque à des situations inattendues.

Certains pays étrangers ont totalement abandonné le mode transmissif au profit du mode actif en groupes. Tout laisse penser que ce basculement soit irréversible à terme. Non seulement pour des raisons de performance scolaire et de développement de compétences jusqu'alors ignorées comme celles de savoir travailler en groupe, planifier une tâche, résoudre un problème, reconnaître une différence de vision. Mais aussi pour construire chez tout apprenant une représentation plus positive de lui-même car trouvant mieux sa place, son rythme, percevant mieux ses forces et faiblesses. Abandonner le mode transmissif prépondérant dans notre système demandera du temps et une puissante remise en question des postures de l'enseignant.

2.5. Entrée en force de questions nouvelles

2.5.1. Le numérique

2.5.1.1. Les vagues déferlantes du monde numérique

Le numérique fascine, étonne, submerge, effraie. Les applications surgissent incessamment en nombre, en diversité, en fonctionnalités. Générant autant de doutes et de scepticisme que

d'espoirs. Que retenir des nombreuses études sur la relation entre outils numériques et apprentissage ?

Tout d'abord, comme nous invitent à le faire André TRICOT et Franck AMADIEU dans leur ouvrage « Apprendre avec le Numérique », être raisonnable et débrouiller la part de mythes et de réalité dans l'efficacité des outils numériques dédiés à l'apprentissage.

Passons rapidement sur quelques évidences. Au-delà du TNI et du vidéoprojecteur, le numérique est à ce jour beaucoup moins présent qu'il n'y paraît dans les salles de formation. Quel établissement met Internet à disposition dans toutes les salles, des tablettes pour chaque élève ? Quelle proportion d'enseignants est suffisamment à l'aise dans la manipulation d'applications pour se risquer à les intégrer au quotidien avec leurs élèves ? Qui se tient informé sur la pertinence et les attendus des applications qui chaque jour ou presque, surgissent dans le paysage ?

La règle de base doit être d'avoir recours au numérique lorsque l'on touche aux limites des possibilités de l'enseignant-formateur. Nous l'illustrerons par quelques exemples.

2.5.1.2. Ne pas confondre...

Le numérique pour la production par les apprenants, dont l'usage est majoritaire et concentré autour de la recherche d'informations dans les bases colossales du web, et sont souvent partagées dans le cadre de travaux collaboratifs. Elles sont mises en forme – textes et images - configurées en documents. Le numérique est également et massivement utilisé pour la communication entre les acteurs de l'école (apprenants, enseignants, établissement, familles).

Et le numérique pour la mémorisation et l'entraînement : parcours individualisés de mémorisation, acquisition de procédures, banques d'exercices adaptés aux besoins individuels, possibilité de revoir plusieurs fois le même document à rythme personnel, utilisation en pédagogie inversée, tests pour le positionnement et la compréhension. Cette utilisation-là, est moins fréquente, moins maîtrisée, moins connue.

Ne pas confondre également l'attractivité pour le numérique et la performance d'apprentissage. Il ne suffit pas qu'une fonctionnalité soit proposée par un outil numérique pour que la performance soit au rendez-vous (Exemple : les logiciels de mind mapping). Rien ne remplacera jamais la pertinence du scénario pédagogique construit par l'enseignant-formateur, ainsi que l'accompagnement personnalisé de l'apprenant. Si attractivité il y a, elle est souvent de courte durée car l'apprentissage effectif doit s'accompagner le plus souvent d'un effort (de recherche, de mémorisation, de compréhension). La machine ne réduit pas (ou peu) l'effort.

Ne pas confondre l'automatisation des fonctions offerte par la machine, et le développement de l'autonomie. Les études montrent que seuls les apprenants possédant déjà cette autonomie peuvent en bénéficier avec la machine. Laisant les autres dans un quasi désarroi.

Pas de leurre non plus en imaginant que la machine puisse jouer le rôle d'un tuteur intelligent. On est en revenu des systèmes qui seraient capables d'accompagner chaque apprenant selon un parcours spécifiquement adapté à chaque étape de la compréhension et de l'assimilation. La diversité des cerveaux et la complexité des mécanismes de l'apprentissage sont telles qu'il

est inenvisageable à ce jour qu'une machine guide pas à pas chaque apprenant le long d'un parcours personnalisé.

2.5.1.3. Quelles voies privilégier pour le numérique ?

Celles auxquelles l'enseignant seul ne peut satisfaire.

Premier exemple, les logiciels de mémorisation à parcours individualisés. Aucun enseignant n'est capable de mettre en place le juste rythme des reprises de mémorisation en fonction de chaque item pour chaque apprenant lorsqu'il est confronté à vingt ou trente apprenants. Seule la machine dotée de l'algorithme statistique de l'oubli pourra faire émerger au bon moment les bonnes questions.

Deuxième exemple, les applications de tests permettant en quelques dizaines de secondes de connaître les réponses apportées par toute une classe à une même question, puis d'en analyser les résultats.

Troisième exemple, les banques de ressources permettant d'opérer la différenciation pédagogique sur un groupe d'élèves aux besoins divers pour l'assimilation de mêmes concepts.

Quatrième exemple, l'interactivité entre la machine et chaque apprenant selon son propre rythme, lui permettant de rétrovisionner un document, faire des pauses, relancer, etc.

Cinquième exemple, la présentation attractive des documents associés à la pédagogie inversée, les quiz, avec ou sans timers, les présentations originales avec avatars, etc.

Sixième exemple, l'acquisition de routines par entraînements répétés, au rythme de chaque apprenant.

2.5.2. Le choix des essentiels

Les acquis ne sont précis, fiables et solides, qu'au terme d'une consolidation mémorielle. Consolider signifie reprendre, appliquer dans plusieurs situations, lier à d'autres savoirs. Ces opérations exigent du temps, des parenthèses régulières sans lesquelles les informations d'un jour sont vite oubliées ou estompées jusqu'à ne plus être mobilisables. Cela exige des stratégies et du temps. Ce temps après lequel courent tous les enseignants pour « boucler » leurs programmes, au risque de faire « tout mais imparfaitement ».

C'est pourquoi, et les études le montrent, le cerveau d'un apprenant « moyen » n'est tout simplement pas capable de retenir à terme ce qu'exigent les programmes, dont l'ambition est généralement démesurée. D'où le choix de faire « moins mais mieux ». Comment ?

- En hiérarchisant clairement la priorité des connaissances, celles qui sont essentielles pour être retenues à terme, celles qui peuvent n'être acquises que le temps du développement de la compétence, celles enfin qui ne sont que supports de contextualisation, d'illustration et qui peuvent être rapidement oubliées.
- Cette mise en relief de l'importance des savoirs relève de la seule perspicacité de l'enseignant qui sait la mettre en perspective d'un bout à l'autre de l'année, d'une année sur l'autre. Lui seul est capable de pointer les savoirs à ancrer prioritairement,

les routines à acquérir par l'entraînement. Lui seul sait écarter le secondaire de l'essentiel.

2.5.3. Apprendre le fonctionnement de leur cerveau aux apprenants

Accepter et adhérer aux changements de pratiques pédagogiques c'est en comprendre les raisons. C'est pourquoi il est primordial d'expliquer aux apprenants comment ils perçoivent, mémorisent et oublient, comprennent ou font face à la difficulté d'apprendre. C'est l'étape première d'apprendre à apprendre.

Cette phase d'apprentissage de la métacognition – penser sur la manière dont on pense et apprend – est indispensable pour rendre l'enseignant et l'enseigné complices et solidaires d'une même démarche. Cela s'effectue par des présentations interactives de mise en situation, d'exercices. On peut presque tout présenter aux élèves : l'organisation du cerveau qui apprend, les mémoires et leur fonctionnement, l'oubli, le développement de l'attention et son rôle primordial pour réussir dans la vie, le rôle du sommeil, le mécanisme de la compréhension, quelques éléments sur la motivation.

3. Monter un projet de Cogni'Classe en établissement scolaire

3.1. Qu'est-ce qu'une Cogni'Classe ?

Plusieurs enseignants d'une même équipe pédagogique choisissent des axes communs à mettre en place, choisis dans les grands axes : mémorisation, compréhension, attention, implication, évaluation, utilisation d'applications numériques.

De toutes les expérimentations sur lesquelles notre équipe travaille depuis des années, c'est la formule qui s'est révélée la plus fructueuse, tant pour l'impact auprès des élèves, qu'au sein de l'équipe des enseignants, et de l'établissement.

Points forts :

- Cohérence des pratiques entre collègues. L'accord des enseignants sur des pistes choisies d'application des neurosciences cognitives accroît la crédibilité de la démarche auprès des élèves, de la direction de l'établissement et des corps d'inspection, des familles, de l'Institution (CARDIE, DAN) ;
- Résultats significatifs, tant en performance scolaire qu'en climat de classe et en représentation que l'élève construit de sa posture d'apprenant ;
- Régulation et effet d'entraînement au sein de l'équipe.
- Travailler en équipe est évidemment souhaitable pour le partage, le soutien mutuel, la régulation, la répartition des actions, etc. Il s'agit d'une véritable formation à plusieurs, en établissement.

3.2. Conditions de mise en œuvre

- Un noyau se constitue dans une équipe pédagogique (au moins 3 enseignants) et choisit plusieurs pistes généralement repérée dans notre document « Pistes d'application des sciences cognitives » disponible sur le site « sciences-cognitives.fr ». Les pistes sont choisies dans des domaines si possible différents : mémorisation,

compréhension, attention, implication active, évaluation. Mais il peut s'adjoindre d'autres axes spécifiques à chaque établissement, en fonction des contextes et des histoires.

- Les enseignants se donnent des moyens d'observation des effets obtenus sur les élèves, des indicateurs permettant au cours de l'année d'obtenir des résultats qualitatifs ou qualitatifs significatifs.
- Un pilote de l'équipe (un enseignant de l'équipe) est vivement recommandé.
- L'initiative est clairement communiquée dans l'établissement, auprès de la direction, de l'ensemble des enseignants, éventuellement des responsables académiques de l'innovation, des conseillers pédagogiques pour le premier degré. Le projet est clairement et simplement annoncé par un document écrit.

3.3. Une dynamique d'établissement

Nous avons maintes fois vérifié que le déroulement suivant permet d'optimiser les conditions du changement :

- Sensibilisation de l'équipe de direction de l'établissement sur les enjeux de l'introduction des sciences cognitives dans les pratiques ; c'est elle qui ouvre les portes de l'information, stimule les projets, accompagne et valorise les équipes ;
- Organisation d'une conférence ou d'une formation des enseignants sur les principaux thèmes pédagogiques concernés par les sciences cognitives ;
- Mise en place d'une équipe d'enseignants s'engageant dans une expérimentation sur le mode collectif (par exemple une Cogni'classe) et d'un projet précis ;
- Accompagnement de l'équipe, bilans réguliers et collecte des résultats ;
- Diffusion à l'échelle de l'établissement, régulation et poursuite.

Conclusion

La connaissance neuroscientifique des mécanismes de l'apprentissage fournit à ce jour suffisamment d'informations pour engager des modifications dans les pratiques d'enseignement et de formation. Avec les réserves de rigueur qu'elles supposent. Le temps est parvenu où les théories doivent être éprouvées sur le terrain par les enseignants-formateurs eux-mêmes, qui ne sont plus des transmetteurs de routines professionnelles, mais des expérimentateurs de leurs pratiques au sein d'établissements apprenants. Ce sont essentiellement eux, en s'appuyant sur une démarche rigoureuse, qui font avancer les progrès de la pédagogie.

Bibliographie

- . Mon cerveau, ce héros, Mythes et réalités, Elena PASQUINELLI, Editions Le Pommier, 230p
- . Apprendre à résister, Olivier HOUDÉ, Editions le Pommier, 90p
- . Comprendre, Apprendre, Mémoriser, Les Neurosciences au service de la pédagogie, Joseph STORDEUR, Edition De Boeck, 240p

- . Mets-toi ça dans la tête ! Henry L.ROEDIGER, Mark A.McDANIEL, Peter C.BROWN, Editions Markus Haller, 340p
- . Apprendre avec le numérique, Mythes et réalités Franck AMADIEU, André TRICOT, Retz Editions, 112p
- . Apprendre avec les neurosciences, Rien ne se joue avant 6 ans Pascale TOSCANI, Chronique Sociale, 128p