

ON NE PEUT IGNORER LE DÉVELOPPEMENT DES SCIENCES COGNITIVES QUELQUES DÉCEPONS
POTHÈSE QU'UN SAIS
DES MÉCANISME SAG
POURRAIT ÉCLAIRIR
PRATIQUES PÉD CÉT
POTHÈSE HEURI S D
DONS CE QUE C POR
AUX PÉDAGOGUE ISE
TERROGER LES TRA
CONCERNANT LA TTE
LA COMPRÉHENS TIO
APPRENTISSAGE ET
SEIGNEMENT. L ABO
TOIRE À LA CL IDE
AUTOMATIQUE M ROB
QUE DES PROFE AVA
SUR LE MÊME ORGANE ET LES MÊMES
TIONS N'AIENT RIEN À S'APPORTER.
CERTAINES EXPÉRIMENTATIONS CONFO
DES PRESCRIPTIONS ANCIENNES, COM
L'ENSEIGNEMENT DISTRIBUÉ. LA VAL
TION DE PRATIQUES EMPIRIQUES PAR
SCIENCE PERMET DE CONVAINCERE LES
RÉCALCITRANTS. D'AUTRES ÉTUDES I
LIDENT AU CONTRAIRE DES PRATIQUE
TUITIVES ET PERMETTENT À DES PRO
SIONNELS D'AGIR EN FONCTION DE S
STABILISÉS. ON A GÉNÉ C A N O P É L'
PRESSION DE MIEUX APP ÉDIT I O N S T P
FACILEMENT PAR DES EX ÉCLAIRER SÉR
PROGRESSIFS ; OR, TOU EXP

ENSEIGNER : APPORTS DES SCIENCES COGNITIVES

Nicole Bouin



CANOPÉ

ÉDITIONS

ÉCLAIRER

**ENSEIGNER :
APPORTS
DES SCIENCES
COGNITIVES**

**DIRECTEUR
DE PUBLICATION**
Jean-Marie Panazol

**DIRECTRICE DE
L'ÉDITION TRANSMÉDIA**
Stéphanie Laforge

**DIRECTEUR
ARTISTIQUE**
Samuel Baluret

**COORDINATION
ÉDITORIALE**
Céline Fresquet

SUIVI ÉDITORIAL
Aurélien Brault

MISE EN PAGES
David Tessier

CONCEPTION GRAPHIQUE
Des Signes,
Studio Muchir Desclouds

NICOLE BOUIN

Professeure de lettres-histoire en lycées professionnels de 1975 à 2014, diplômée en sciences de l'éducation et en psychologie cognitive, formatrice d'enseignants et de cadres de l'enseignement depuis 1996, militante au Crap – *Cahiers pédagogiques* et au Cape (Collectif des associations partenaires de l'école), Nicole Bouin est impliquée dans plusieurs associations : les Déclics pour la prévention du décrochage, 123Dys pour l'accompagnement des enfants porteurs de troubles des apprentissages et de leur famille, Ordys pour la remédiation cognitive, l'Adaj puis Diapré pour l'accompagnement des adolescents en projet et l'analyse des pratiques professionnelles. Elle a participé à une recherche de la MRE (Mission régionale d'information sur l'exclusion) avec ATD Quart Monde sur la scolarisation des enfants des milieux populaires de 2006 à 2010. Elle a aussi coanimé un dispositif de raccrochage financé par la région Rhône-Alpes, Potentiel jeunes. Dès 2004, elle avait élaboré et coordonné un module de formation au CNFETP pour développer la culture des enseignants, « La psychologie cognitive pour mieux comprendre et mieux apprendre ».

ISSN : 2426-0207
ISBN : 978-2-240-04691-8
© Réseau Canopé, 2018
(établissement public à caractère administratif)
Téléport 1 – Bât. © 4
1, avenue du Futuroscope
CS 80158
86961 Futuroscope Cedex

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des articles L.122-4 et L.122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite ». Cette représentation ou reproduction par quelque procédé que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris) constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

**ENSEIGNER :
APPORTS
DES SCIENCES
COGNITIVES**

Nicole Bouin

SOMMAIRE

9 PRÉFACE

11 INTRODUCTION

13 UNE TERMINOLOGIE SUJETTE À TENSION

- 14 À la recherche d'une définition
- 15 Neurophiles et neurosceptiques
- 23 Les notions de base

23 CONNAÎTRE LE CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE

- 30 En quoi ces notions sont-elles utiles?

37 ATTENTION À L'ATTENTION !

- 38 Des aspects organiques aux pistes pédagogiques
- 40 La double tâche, mission impossible
- 43 Une expérimentation : attentif à l'école
- 48 De l'importance de l'introspection cognitive
- 51 Introspection cognitive et métacognition
- 53 Le réseau cérébral du mode par défaut

57 COMPRÉHENSION ET MÉMORISATION

- 58 Distinguer, comprendre et mémoriser
- 61 La compréhension
- 64 La mémorisation
- 69 Des pratiques pédagogiques inspirées des recherches
- 77 Le changement de posture de l'enseignant

79 LES FONCTIONS EXÉCUTIVES

- 80 Les fonctions cognitives en interaction
- 82 Mode mental automatique *versus* mode mental adaptatif
- 84 L'inhibition
- 85 Flexibilité et fluidité

87 NEUROÉDUCATION ET COMPORTEMENTS

- 88 Le hiatus adolescent
- 90 Les trois systèmes de motivation, l'échec et la violence
- 93 Le chien de garde
- 96 L'empêchement de penser
- 101 La génération C
- 103 La méditation de pleine conscience
- 105 Les neurones miroirs

109 ÉMOTIONS ET COGNITION

- 110 Le stress
- 112 Émotions et apprentissages
- 114 Émotions et évaluation
- 117 La motivation
- 121 Interactions sociales et apprentissages
- 124 Les addictions

127 DES NEUROMYTHES PÉDAGOGIQUES

- 128 D'où viennent les neuromythes?
- 130 Deux cerveaux pour huit intelligences
- 132 Styles d'apprentissage et profils cognitifs
- 135 Le cas de la gestion mentale

145 CONCLUSION

147 BIBLIOGRAPHIE

149 SITOGRAFIE

PRÉFACE

Parce qu'ils s'intéressent à un même objet – le cerveau –, chercheurs en neurosciences cognitives et enseignants étaient naturellement amenés à se rencontrer pour

échanger leurs points de vue sur l'apprentissage et les meilleures manières d'enseigner. Le résultat de ce dialogue porte maintenant le nom de neuroéducation : un champ de recherche à part entière qui séduit et inquiète tout à la fois. Il séduit, forcément, car en levant les mystères du cerveau, les neurosciences semblent pouvoir également révéler des secrets bien cachés qui permettraient à chacun d'apprendre et d'enseigner vite et bien. Mais il inquiète aussi, parce qu'il confronte les professeurs à un champ de connaissances nouveau et vaste où il est facile de se perdre, et parce qu'il est susceptible de remettre en question leurs pratiques et leur savoir de terrain. Il n'est dès lors pas étonnant que la neuroéducation divise le monde de l'éducation : entre des enseignants emballés mais parfois victimes, dans leur enthousiasme, des « neuromythes », et



d'autres acteurs de l'éducation plus sceptiques, voire franchement hostiles, envers des chercheurs dont l'assurance semble parfois inversement proportionnelle à leur expérience des salles de classe. Pourtant, d'autres formes d'enseignement moins académiques, dans le domaine du sport par exemple, n'hésitent pas à se nourrir des dernières découvertes sur le corps humain pour parfaire les techniques d'apprentissage et d'entraînement, par pragmatisme et souci de performance : nombre d'athlètes sont ainsi guidés non seulement par un entraîneur, pour les aspects techniques et stratégiques, mais aussi par un préparateur physique, fin connaisseur de la physiologie humaine et soucieux que la nature et le volume des entraînements et des compétitions respectent la manière dont le corps de l'athlète est construit. Pourquoi ne pas reprendre la même logique quand il s'agit du cerveau et de formes d'apprentissage plus « intellectuelles » ? Au fur et à mesure que progressent nos connaissances sur le cerveau humain, l'émergence de la neuro-éducation est inévitable, et cet ouvrage remarquable vient à point nommé pour démythifier cette nouvelle discipline et prôner une attitude médiane et raisonnable : comprendre vraiment ce que les neurosciences ont à dire et examiner sans méfiance ni fascination ce qu'elles peuvent apporter, comme améliorations des pratiques et des environnements d'apprentissage. Ce livre est une petite perle, qui fourmille de conseils pratiques et de réflexions utiles et souvent profondes, par exemple sur le statut que l'on donne à l'erreur dans notre système éducatif. Il est d'autant plus intéressant qu'il n'est pas écrit par une scientifique mais par une pédagogue, du point de vue du professeur dans sa classe.

Jean-Philippe Lachaux,
directeur de recherche en neurosciences cognitives au sein
de l'unité Inserm, « Dynamique cérébrale et cognition ».



INTRODUCTION

On ne peut ignorer le développement des sciences cognitives depuis quelques décennies. Nous faisons l'hypothèse qu'une meilleure connaissance des mécanismes

de l'apprentissage pourrait éclairer, voire nourrir, les pratiques pédagogiques. Dans cette hypothèse heuristique¹, nous nous demandons ce que ces recherches apportent aux pédagogues. Cet ouvrage vise à interroger les liens entre des travaux concernant la perception, l'attention, la compréhension, la mémorisation, les apprentissages, les émotions... et l'enseignement. Le transfert du laboratoire à la classe n'est ni évident ni automatique mais il est peu probable que des professionnels qui travaillent sur le même organe et les mêmes fonctions n'aient rien à s'apporter.

Certaines expérimentations confortent des prescriptions anciennes, comme l'enseignement distribué. La validation de pratiques

¹ Dans le sens philosophique: hypothèse provisoirement adoptée comme idée directrice, indépendamment de sa vérité absolue, pour favoriser les découvertes.

empiriques par la science permet de convaincre les plus récalcitrants. D'autres études invalident au contraire des pratiques intuitives et permettent à des professionnels d'agir en fonction de savoirs stabilisés. On a généralement l'impression de mieux apprendre et plus facilement par des exercices sériés progressifs ; or, toutes les expérimentations ont montré que les tâches complexes permettent des apprentissages plus solides et transférables. Les neurosciences ont aussi mis en évidence l'intérêt d'un apprentissage précoce des langues alors qu'on supposait qu'il perturbait l'apprentissage de la langue maternelle.

D'autres découvertes, enfin, ouvrent des perspectives jusqu'alors insoupçonnées. C'est le cas de la plasticité cérébrale qui autorise tous les espoirs pour les élèves en difficulté à l'encontre d'une conception fixiste de l'intelligence qui les condamnait à l'échec. La notion paraît aujourd'hui si évidente qu'on ne se rappelle pas avoir jamais pensé autrement mais si on peut en situer l'origine à la fin du XIX^e siècle², nous sommes loin d'en avoir mesuré toutes les conséquences sur le terrain scolaire.

Les recherches ne sont jamais terminées. Peut-on sans risque s'inspirer de travaux en cours ? Il convient de se montrer prudent, de sélectionner des théories validées par plusieurs chercheurs reconnus, d'éviter les dérives applicationnistes, de s'imposer des contraintes éthiques. Mais peut-on vraiment continuer à enseigner comme si ces connaissances n'avaient pas été mises à jour par ce que les experts de l'OCDE appellent « la science de l'apprentissage » ?

² On considère que le premier à avoir émis l'hypothèse de la plasticité cérébrale est William James, en 1899. Il est d'ailleurs aujourd'hui souvent présenté comme le père fondateur des neurosciences cognitives.



UNE TERMINOLOGIE SUJETTE À TENSION

Les sciences cognitives³ recouvrent toutes les sciences qui étudient les processus mentaux : neurosciences, psychologie, philosophie, informatique, intelligence artificielle et linguistique. Elles visent le développement de modèles permettant d'expliquer la cognition humaine, la perception, la pensée et l'apprentissage.

³ Du latin *cognoscere*, connaître, prendre connaissance, savoir, apprendre à connaître, chercher à savoir.

À LA RECHERCHE
D'UNE
DÉFINITION

Les sciences cognitives désignent depuis les années 1970⁴ le domaine de recherche dans lequel sont étudiés le cerveau et le système nerveux, les mécanismes neurologiques qui sous-tendent la cognition : perceptions, attentions, motricité, langage, mémoires, raisonnement, compréhension, imagination, émotions, apprentissages, conceptualisation, planification, inhibition, actions... Le pluriel est justifié par le nombre de branches concernées : neuro-

biologie cellulaire ou moléculaire, génétique, neuroanatomie, neuroendocrinologie, neurochimie, neuropharmacologie, neurophysiologie, neuropathologie, neurolinguistique, neurosciences comportementales, neurosciences sociocognitives, neuropsychiatrie, psychologie cognitive, psychologie du développement, neurosciences cliniques, neuropsychologie, imagerie cérébrale, neurosciences computationnelles (modélisation informatique)...

Neurosciences cognitives et psychologie cognitive sont étroitement liées. Si les neurosciences concernent, au sens strict, la dimension neurale, fondée en grande partie sur des recherches utilisant la neuroimagerie, donc le substrat biologique de la cognition, elles seraient peu « parlantes » si elles n'étaient pas interrogées et interprétées à la lumière de la psychologie cognitive. Dans la plupart des livres sur le sujet, il est difficile de distinguer l'une de l'autre au cours des chapitres. C'est ainsi qu'on peut lire dans un ouvrage de référence : « Pour la commodité de la lecture, le terme "neuroscience" (parfois sous la forme plurielle "neurosciences") recouvre tout au long de la présente publication les champs sécants du domaine, qu'il s'agisse de neurobiologie, de neuroscience cognitive, de

⁴ La société américaine des neurosciences (*Society for Neuroscience*) a été fondée à Washington en 1971.



neuroscience comportementale, de psychologie cognitive, etc⁵. » On trouve parfois l'expression « neurosciences cliniques » pour désigner la psychologie cognitive qui prend en compte la dimension subjective de l'expérience et ses conséquences éthiques⁶.

« Neuroéducation », « Neurodidactique », « Neurosciences éducatives » ou « éducationnelles » ne sont pas des termes consensuels. Pour certains, comme Bruno della Chiesa⁷, ils relèvent du charlatanisme, alors que c'est le titre officiel de la chaire universitaire de Steve Masson au Québec⁸. Le président de l'Association pour la recherche en neuroéducation en donne une définition simple : « Mieux comprendre le cerveau pour mieux enseigner ».

NEUROPHILES ET NEUROSCÉPTIQUES

Si pour les experts de l'OCDE « des éléments convergents confirment l'émergence d'une "neuroscience de l'éducation"⁹ », certains estiment encore que neurosciences et enseignement sont des domaines étanches ou qui auraient tout intérêt à le rester. De nombreux reproches sont faits aux partisans de la « neuropédagogie ». Ils sont accusés de propager des neuromythes issus de simplifications excessives, de distorsions des résultats expérimentaux et d'interprétations erronées, de fonder leurs raisonnements sur des études présentant des biais

⁵ OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, OCDE, 2007, p. 23.

⁶ Vion-Dury Jean, « Entre mécanisation et incarnation. Réflexions sur les neurosciences cognitives fondamentales et cliniques », *Revue de Neuropsychologie*, n° 4, vol. 17, 2007, p. 293-361.

⁷ Della Chiesa Bruno, « Neuroéducation : attention danger ! », *Cahiers pédagogiques*, n° 527, 2016, p. 26-28.

⁸ Steve Masson, professeur à la faculté des sciences de l'éducation de l'université du Québec à Montréal (UQAM), directeur du Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN), directeur en chef de la revue *Neuroéducation* et président de l'Association pour la recherche en neuroéducation.

⁹ OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, op. cit., p. 23.

conceptuels et méthodologiques¹⁰. Victimes d'une mode, comme il y en eut tant d'autres, les « neurophiles » se lanceraient dans un applicationnisme forcené et pêcheraient par scientisme en présentant les neurosciences comme la panacée qui va révolutionner l'école au détriment d'une approche humaniste et holistique de l'éducation. Les médias sont aussi accusés de véhiculer cette vision caricaturale des choses¹¹, voire de relayer les neuromythes en quête de sensationnalisme, d'exploiter la fascination du grand public pour tout ce qui touche le cerveau. Les chercheurs qui « vulgarisent » leurs travaux, écrivent et parlent dans les médias, qui expérimentent sur le terrain sont d'ailleurs assez mal perçus par certains collègues. Il y a ceux qui disent « On ne peut pas livrer aux enseignants une recherche non validée » et ceux qui disent « Je travaille avec les enseignants sur le terrain pour valider ma recherche ».

La question des recherches menées au croisement des neurosciences cognitives et des pratiques pédagogiques, didactiques et éducatives divise, et, au-delà des inévitables outrances de part et d'autre, on aurait tort de négliger les pistes de réflexion qui incitent à la prudence.

LA FIABILITÉ DE LA NEUROIMAGERIE EN CAUSE

Il est couramment admis que l'imagerie cérébrale qui permet d'observer le cerveau en action ouvre la voie à une meilleure compréhension des fonctions cognitives et émotionnelles, en particulier l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf¹²). Or, plusieurs chercheurs, comme André Giordan, nous alertent sur le

¹⁰ Giordan André, « Les neurosciences, la grande illusion en éducation », *Éducavox*, août 2015 : <https://lc.cx/pKug>

¹¹ « La neuroéducation peut-elle sauver l'école ? », *Le Monde. Sciences & médecine*, n° 22195, 25 mai 2016, p. 1, 4 et 5.

¹² Mais aussi d'autres techniques moins médiatisées comme l'électroencéphalographie (EEG), la magnétoencéphalographie (MEG), la topographie optique (OT) développée à partir de la spectroscopie en proche infrarouge (NIRS) ou la tomographie par émission de positrons (TEP).



fait que ces jolis cerveaux en couleurs qui clignotent comme des sapins de Noël à la une des « magazines grand public » ne sont pas des photographies de cerveaux en action mais des images reconstruites, des modélisations. Ce qui entraîne un certain nombre d'interrogations : à vouloir faire parler l'image d'elle-même, on lui ferait dire n'importe quoi. « L'image se veut parler d'elle-même, elle fascine tout à la fois ses auteurs et le grand public. Elle exerce néanmoins par son apparente simplicité, et par son attractivité où interviennent de jolies couleurs, parfois même des animations, une force de conviction intrinsèque. Son pouvoir de séduction en fait une supposée preuve. Elle finit par devenir une réalité objective, difficile à contester. On en oublie les artefacts mis en place pour obtenir le résultat attendu¹³ ! » Ces études pourraient aussi manquer de fiabilité en raison d'échantillons trop restreints pour limiter le coût élevé des passations et la lourdeur des protocoles. Enfin, les situations en laboratoires n'auraient rien de comparables avec des situations scolaires. Faire une multiplication dans un IRMf pourrait être d'une autre nature que faire une multiplication dans la salle de classe ou dans un supermarché. André Giordan ajoute que « connaître les supports cérébraux d'un processus ne revient pas automatiquement à l'expliquer ».

La neuroimagerie n'est donc qu'un outil de lecture du cerveau parmi d'autres : là comme ailleurs, il ne faut pas confondre la carte et le territoire. Ainsi, Adolphs¹⁴ affirme que la connaissance anatomique du cerveau ne suffit pas à expliquer les processus mentaux. Il précise que les scientifiques commencent à découvrir que ce sont de petites régions de neurones (des « sous aires » fonctionnelles)

¹³ Giordan André, « Les neurosciences en éducation, les limites méthodologiques », *Éducavox*, 31 août 2015 : <https://lc.cx/pKED>

¹⁴ Adolphs Ralph, « Conceptual challenges and directions for social neuroscience », *Neuron*, vol. 65, n° 6, mars 2010, p. 752-767.

constituées en réseaux qui s'activent, et non une aire particulière : notre connaissance des neurones activés est encore lacunaire¹⁵. Il y aurait donc un risque à accorder trop de valeur à ces expériences et à leur interprétation dans le cadre de l'enseignement. Si nous devons garder en tête ces précautions quand nous lisons des articles scientifiques¹⁶, nous pouvons aussi attacher un minimum de confiance à des recherches concordantes menées par diverses équipes universitaires à travers le monde, surtout si elles sont cohérentes avec les acquis d'autres disciplines et avec des principes pédagogiques respectueux de l'élève. La plasticité neuronale ou les neurones miroirs seront peut-être remis en cause dans les décennies qui viennent mais aurons-nous pris un grand risque pour autant, en y voyant la confirmation neurologique de la foi en l'éducabilité ou de l'efficacité de la pédagogie de l'imitation dans certains contextes ?

LES LIMITES ÉPISTÉMOLOGIQUES

Associer une région cérébrale précise à des compétences spécifiques s'oppose à une vision plus globale des fonctions cérébrales, appelée « holisme ». En effet, plusieurs zones du cerveau sont impliquées, connectées par des circuits qui se font, se défont et, en cas de lésion ou pour des raisons environnementales, se recréent ailleurs. Le cerveau est un organe extrêmement complexe et seule une approche systémique peut rendre compte de son fonctionnement. Il en est de même pour l'impact des molécules sur nos comportements. Dire que le lobe frontal est impliqué dans la planification de l'action ou que le cortisol mesure le stress, c'est recourir à des approximations qui pourraient même être remises en cause à l'avenir. Dans le premier cas, les techniques de neuroimagerie

¹⁵ Gaussel Marie et Reverdy Catherine, « Neuroscience et éducation. La bataille des cerveaux », *Dossier d'actualité de l'Ifé*, n° 86, sept. 2013, p. 17.

¹⁶ On pourra trouver de nombreux résumés d'articles scientifiques sur le site www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/



vont évoluer et permettre d'affiner la localisation cérébrale de la planification ; dans le second cas, les différents marqueurs biologiques du stress pourront être mieux identifiés et révéler une plus grande complexité des interactions chimiques. Mais les pratiques sociales comme la médecine ou l'éducation ne peuvent compter que sur des sciences en perpétuel mouvement et la question se pose surtout de savoir si ces modèles caricaturaux et provisoires aident le praticien à penser ou l'induisent en erreur.

André Giordan souligne que le biais épistémologique le plus « délicat » concerne la cognition. « Le cerveau n'est pas la pensée, tout comme les gènes ne sont pas l'individu. Sans aucune contestation possible, la pensée, les émotions, les intentions ou le désir ont un support biologique indéniable. Toutefois, la pensée d'une part, les émotions d'autre part se situent à un autre niveau de complexité que celui des régions du cerveau, des synapses et des neurotransmetteurs... Il existe une rupture épistémologique entre le "monde" des neurones et celui des idées¹⁷. » L'auteur nous rappelle que notre pensée et nos actes résultent d'une articulation extrêmement complexe entre biologie, génétique, épigénétique, environnement social et culturel... et qu'il serait illusoire et dangereux de vouloir réduire l'homme à ses cellules. Et il est vrai que nous ne savons pas expliquer comment la pensée, les émotions, la conscience « émergent à partir de processus neurochimiques ».

Pendant, l'homme a toujours dû simplifier la réalité pour y accéder et construire des schémas réducteurs pour rendre possible une mise en œuvre concrète. L'important est qu'il n'oublie jamais qu'il travaille sur une représentation de la réalité qui peut en être assez éloignée. On n'imagine pas comment on pourrait construire une action éducative qui tienne compte de tout ce que nous savons de plus pointu sur le cerveau et de tout ce que nous ignorons encore.

¹⁷ Giordan André, « Les neurosciences, limites épistémologiques », *Éduvovox*, 2 sept. 2015 : <https://lc.cx/pKzo>

Mais on peut juger utile de prendre en compte les grandes lignes qui se dégagent de ces recherches, parmi d'autres approches et en cohérence avec elles.

L'ADMINISTRATION DE LA PREUVE

Michel Develay écrit : « L'éducation comme toute pratique sociale vise à fonder la vérité de ce qu'elle avance par une administration de la preuve¹⁸. » Or, il constate qu'il est bien vain de vouloir fonder des propositions pédagogiques ou didactiques sur des preuves. En effet, une situation éducative est trop riche d'interactions pour qu'on puisse isoler une variable. Le « toutes choses égales par ailleurs » des expériences scientifiques en laboratoire n'existe pas en classe, il n'a aucun sens avec des objets aussi complexes que le cerveau humain, le groupe classe ou l'acte d'enseigner. Les paramètres sont infinis : les individus, le groupe classe qui est plus que la somme des individus, l'effet maître, contexte, établissement, équipe... une multitude de facteurs peuvent interférer et modifier les résultats. Impossible également « la méthode du double aveugle telle qu'elle se pratique en médecine, comme gage de non intervention de l'expérimentateur sur son expérience ».

L'interdisciplinarité, le croisement de sciences dures et de sciences humaines, relève de la gageure car leurs codes, visées, références et lexiques divergent. Les neuroscientifiques cherchent une vérité qui fasse consensus, au moins provisoirement, dans la communauté scientifique. Des enseignants recherchent des connaissances sur la façon dont le cerveau fonctionne pour réfléchir et affiner leur pratique, dans un souci d'efficacité et non de véracité. Il n'est pas question de prétendre disposer de preuves scientifiques en pédagogie ou en didactique. Ce qui n'empêche pas de s'inspirer de recherches en neurosciences dès lors qu'elles sont conformes

¹⁸ Develay Michel, « Du statut de la valeur et de la vérité à propos de la neuropédagogie », *Cahiers pédagogiques*, 23 janv. 2017.



aux valeurs de l'éducateur, compatibles avec le sens qu'il donne à sa mission d'émancipateur, qu'elles respectent l'élève et ne lui nuisent pas. Nous ne disposons d'ailleurs pas de garanties plus confortables d'efficacité ou de justesse avec toutes les autres sources d'inspiration de nos propositions pédagogiques ou didactiques. Aucune n'est fondée sur des vérités définitives qui justifieraient des prescriptions généralisées.

Toutes les expérimentations menées sur la formation des jeunes élèves concernant le fonctionnement du cerveau en démontrent l'efficacité en termes de motivation et d'apprentissage. Et si les progrès constatés étaient dus à l'effet placebo, nous n'y verrions pas là « une fausse servitude à des vérités non abouties », comme l'écrit Michel Develay. Tout au plus s'agit-il de l'exploitation prudente d'une hypothèse logique: quand les élèves découvrent la plasticité cérébrale, ils comprennent que leurs efforts ne seront pas vains et ils se remotivent pour le travail scolaire.

On l'aura compris, cet ouvrage vise à balayer un certain nombre de champs pédagogiques qui pourraient être éclairés par les recherches actuelles en sciences cognitives. Il ne s'agit pas de prétendre que les neurosciences vont résoudre des problèmes pédagogiques, imposer des préceptes didactiques ou dicter des règles éducatives, et surtout pas qu'elles vont remplacer les sciences de l'éducation. Notre conviction est qu'elles peuvent cependant soulever de nouvelles questions, conforter ou disqualifier des pratiques intuitives, démontrer la causalité sous tendant les corrélations constatées, renforcer la crédibilité de certaines croyances, optimiser certaines démarches empiriques... Sans apporter de réponses définitives et irréfutables, elles contribuent à enrichir notre réflexion.

En effet, il existe actuellement de nombreuses initiatives sur le terrain, mais pas de consensus sur les applications potentielles des recherches sur le cerveau dans l'enseignement. C'est pourquoi il nous a paru nécessaire de faire état de ce débat avant d'aborder les

différents champs de recherche et les expérimentations menées en collaboration entre des neuroscientifiques et des professeurs dans leurs classes. Nous faisons un pari prudent : si nous posons l'hypothèse heuristique que les neurosciences peuvent servir l'enseignement, quelles pistes pouvons-nous explorer ?



CONNAÎTRE LE CERVEAU POUR MIEUX APPRENDRE

LES NOTIONS DE BASE

Même si l'on peut estimer, étant donné la complexité de l'objet, que la compréhension du cerveau humain en est encore à ses balbutiements, la « boîte noire » n'est plus totalement opaque et les techniques de neuroimagerie comme l'IRMf¹⁹ ont permis des progrès assez significatifs depuis vingt ans. Quelques notions basiques permettent d'appréhender des principes généraux et de lire plus facilement les articles scientifiques.

¹⁹ Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. Utilisation d'un scanner pour observer directement l'activité neurale grâce à des variations dans la chimie du sang (telles que le taux d'oxygène) et pour étudier les augmentations de l'activité dans les zones du cerveau associées à diverses formes de stimuli et de tâches mentales.

CERVEAU ET LOCALISATION FONCTIONNELLE

Différentes parties du cerveau accomplissent différentes tâches, c'est le principe de localisation fonctionnelle. Les structures inférieures sont affectées à la coordination de fonctions corporelles basiques (respiration, digestion, mouvements volontaires...), à l'expression des pulsions basiques (faim, soif, excitation sexuelle...) et au traitement des émotions primaires comme la peur. Les structures supérieures qui se sont formées par-dessus les structures inférieures sont plus développées chez l'être humain. Le néocortex, mince couche de neurones recouvrant la surface des circonvolutions cérébrales, comprend les trois quarts des neurones du cerveau humain essentiellement dévolus aux fonctions supérieures. D'une épaisseur de deux à quatre millimètres, ces deux mètres carrés de surface sont plissés en circonvolutions et présentent donc des collines, les gyrus, et des vallées, les sulcus.

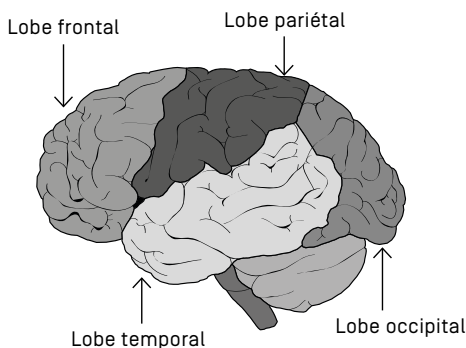
Le néocortex se divise en deux hémisphères reliés par un ruban de 250 millions de fibres neurales, le corps calleux, passerelle permettant l'échange d'informations entre les deux hémisphères. L'hémisphère droit contrôle la plupart des activités de la moitié gauche du corps et inversement. On lit souvent que certaines activités dépendent essentiellement de l'un des deux hémisphères, par exemple les capacités spatiales et la reconnaissance des visages à droite, le langage à gauche. En fait, malgré des dominantes, les compétences complexes dépendent de la coordination de plusieurs réseaux neuronaux localisés dans les deux hémisphères.

Les hémisphères sont divisés en lobes accomplissant des tâches différentes. Du lobe occipital à l'arrière de la boîte crânienne au lobe frontal à l'avant, on trouve des fonctions de plus en plus sophistiquées. Par exemple, le lobe occipital est essentiel pour la vision, le lobe temporal joue un rôle dans l'audition, la mémoire et la reconnaissance des objets, le lobe pariétal est important pour le



traitement des sensations et de l'espace, le lobe frontal est impliqué dans la planification de l'action et l'inhibition. Cependant, plus la recherche avance et plus ces localisations s'affinent et se complexifient, nuancant les approches trop caricaturales. Chaque lobe est lui-même subdivisé en réseaux de neurones imbriqués les uns dans les autres et affectés à des tâches différentes.

LES LOBES DU CORTEX CÉRÉBRAL



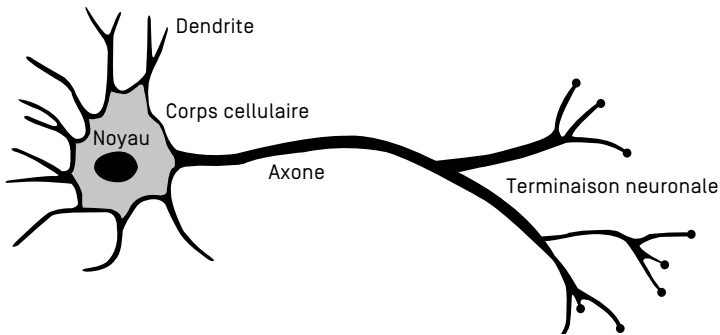
© Réseau Canopé

Tous les cerveaux sont à la fois semblables et différents. De la même façon que tous les visages comportent les mêmes parties, front, nez, yeux, bouches, joues... sans pour autant donner des visages identiques. Chaque cerveau, comme chaque visage, est unique. On constate des différences individuelles significatives en ce qui concerne la taille mais surtout le nombre de neurones affectés à telle ou telle zone, l'organisation et la localisation de modules fonctionnels.

COMMUNICATION NEURONALE

Le composant fondamental du traitement de l'information dans le cerveau est le neurone, près de 100 milliards de neurones qui transmettent des signaux et de cellules gliales qui assurent nutrition et protection. Chaque neurone présente trois parties distinctes : un corps cellulaire, des dendrites et un axone. Les dendrites sont des filaments ramifiés qui reçoivent des signaux chimiques en provenance des autres neurones. Le corps cellulaire contient le noyau porteur d'ADN et les éléments nécessaires à l'entretien de la cellule. Le corps cellulaire est le siège principal de la synthèse des protéines, essentielle pour convertir la mémoire à court terme en mémoire à long terme. La substance grise est essentiellement composée du corps cellulaire et des dendrites ainsi que de tissu fonctionnel. Les axones myélinisés peuvent comporter plusieurs terminaux et constituent la substance blanche.

UN NEURONE

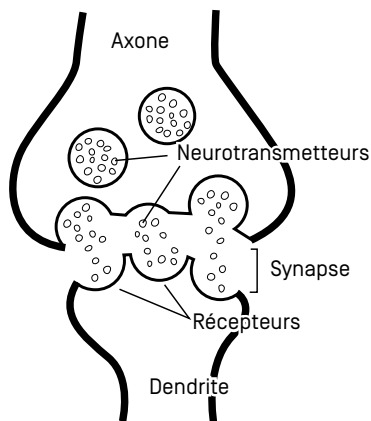


© Réseau Canopé



La myéline est la substance grasseuse compacte qui entoure et isole les axones. Cette gaine se comporte comme un câble dans un système électrique, elle empêche la déperdition de signaux électriques qui se propagent le long de l'axone et accélère les transmissions. Les neurones communiquent entre eux en libérant par les terminaux de l'axone des ions, des neurotransmetteurs. Les dendrites reçoivent le signal chimique en provenance d'une autre cellule en réponse à une expérience, elles transmettent ce signal au corps cellulaire, lorsque ce signal dépasse le seuil d'excitabilité, il déclenche un signal électrique appelé potentiel d'action. Ce signal électrique se propage le long de l'axone et envoie des signaux chimiques aux dendrites des autres cellules. Le neurone émetteur est appelé « présynaptique » et le neurone récepteur « postsynaptique ». Entre l'axone du neurone présynaptique et les dendrites du neurone postsynaptique, il y a un petit espace, la fente synaptique ou synapse. Chaque neurone est ainsi en contact avec environ 10 000 autres neurones.

LA SYNAPSE



© Réseau Canopé

On considère actuellement ce phénomène comme principalement responsable de l'encodage structurel de la mémoire des apprentissages au niveau cérébral. Les expériences d'apprentissage sont traduites en signaux électriques et chimiques qui modifient progressivement les connexions neuronales. Le niveau d'activité peut être renforcé par l'augmentation des synapses, la synaptogénèse, ou affaibli par l'élagage des synapses. La puissance peut aussi dépendre de la quantité de neurotransmetteurs libérés, de la myélinisation de l'axone et du nombre de récepteurs postsynaptiques. Chaque neurone étant connecté avec des milliers d'autres, les informations nerveuses circulent massivement dans plusieurs directions à la fois. La plupart des neurones sont interchangeables, un même neurone peut successivement remplir des tâches différentes.

Une impulsion électrique du corps cellulaire envoie à l'axone du neurone A un signal l'amenant à libérer un neurotransmetteur dans la fente synaptique entre les neurones A et B. Une certaine quantité de neurotransmetteurs atteint les récepteurs du neurone B, des pompes s'ouvrent de sorte que les ions pénètrent dans la cellule et que d'autres en sortent. Si l'action est suffisamment forte, le voltage de la cellule va changer, entraînant une réaction en chaîne comme un fil électrique qui transmet le courant.

On imagine une sélection darwinienne dans laquelle les connexions inutilisées s'affaiblissent ou disparaissent, on parle d'élagage, et celles qui sont utilisées fréquemment se renforcent. Les réseaux cérébraux nécessaires à une fonction donnée forment un réseau cognitif. Certaines fonctions seraient déjà en place à la naissance, d'autres fonctions doivent être construites. Les réseaux neuronaux, parfois appelés engrammes en neurophysiologie, se créent et se renforcent donc en réponse à l'expérience.

La loi de Hebb ou théorie des assemblées cellulaires énonce le principe de base de fonctionnement des réseaux neuronaux : des neurones dédiés à des tâches identiques ou similaires sont situés



les uns près des autres et se connectent ensemble. Plus ils se connectent souvent, plus ils se connectent vite et efficacement. Ils sont eux-mêmes connectés à d'autres groupes avec lesquels ils interagissent, formant un réseau opérationnel extrêmement complexe.

La fabrication des neurones commence au 26^e jour après la fécondation, 3 000 nouvelles cellules nerveuses se forment à la seconde, c'est la neurogénèse qui dote l'enfant de 80 à 100 millions de neurones à la naissance. Après la naissance, les connexions vont se multiplier au rythme d'un million par seconde et le nombre de synapses est maximum vers 2 ans. Puis un tri s'opère durant l'enfance et l'adolescence, vers 16 ans la moitié des synapses initialement créées survivent. Au cours de l'enfance et de l'adolescence, les axones se « myélinisent » progressivement de l'arrière du crâne vers l'avant, ce qui amène à penser que le lobe frontal arrive à maturité vers 25 ans. La croyance populaire selon laquelle nous perdrons chaque jour des neurones après 20 ans est fautive. Le déclin cognitif après 65 ans, lorsqu'il n'est pas pathologique, vient plutôt d'une diminution des connexions, de la fonte de la gaine de myéline, de la baisse de densité des dendrites, surtout si l'activité cérébrale est moins intense, mais nous fabriquons bien de nouvelles connexions jusqu'à la fin de notre vie où nous aurons perdu moins de 5 % de nos neurones.

PLASTICITÉ CÉRÉBRALE

Ce remodelage permanent du cerveau, synaptogénèse, élagage, développement et réorganisation des réseaux neuronaux est à l'origine du concept de plasticité cérébrale. Le cerveau est plastique tout au long de sa vie, pour ce qui est du nombre de neurones et de synapses. L'acquisition de nouvelles compétences résulte de la formation de nouvelles connexions mais aussi de l'élagage d'autres. Les réseaux qui ne sont pas utilisés s'affaiblissent et peuvent

disparaître comme sont renforcés ceux qui sont souvent activés. L'interaction entre génétique, environnement, expérience et plasticité est permanente, c'est pourquoi la notion de capacité doit être envisagée avec précaution. L'apprentissage modifie l'architecture du cerveau pour reprendre l'expression de Steve Masson, et pas seulement les apprentissages scolaires bien sûr mais toutes les expériences vécues.

**EN QUOI CES
NOTIONS SONT-
ELLES UTILES ?**

On pourrait se demander en quoi la compréhension du fonctionnement du cerveau peut aider les enseignants dans leurs pratiques pédagogiques. Aujourd'hui, les médecins estiment indispensable de former les malades diabétiques ou eczémateux afin de les aider à faire les meilleurs choix au quotidien en fonction de leur pathologie, pour qu'ils gagnent en autonomie et en efficacité. Comprendre permet d'agir en

connaissance de cause, de prendre des décisions motivées plutôt que d'obéir à d'obscures injonctions. Les experts de l'OCDE évoquent souvent « l'apprentissage informé par le fonctionnement cérébral » pour les enseignants comme pour les élèves.

Avoir entendu parler de la plasticité cérébrale est une chose, en être persuadé parce qu'on en a compris les soubassements biologiques et en tirer les conséquences quand on interagit avec ses élèves en est une autre. À tout moment, dans sa classe, face aux élèves, quand il prépare ses cours, quand il corrige ses copies, quand il élabore des dispositifs avec ses collègues, quand il rédige les appréciations des bulletins scolaires, l'enseignant prend des



décisions concernant ses procédures, méthodes, façons de faire et façons de dire.

Les sciences cognitives constituent aussi une ressource pouvant l'amener à prendre des décisions éclairées, à expérimenter des stratégies cohérentes avec ce que l'on sait actuellement du fonctionnement cérébral, à concevoir un enseignement non déconnecté des réalités concrètes.

On constate en effet qu'une approche trop superficielle ne permet pas de faire le lien entre un concept et ses conséquences pratiques. Si l'on considère par exemple que l'enfant dyslexique n'a de problème qu'avec la lecture à partir d'une définition succincte, si l'on ne sait pas que les troubles dys affectent les fonctions exécutives, de planification, d'inhibition, de flexibilité mentale, et que cela ralentit énormément l'organisation de la pensée et la mise en forme de la production écrite, on ne comprend pas pourquoi priver un dyslexique du tiers temps dont il a besoin l'empêche de réussir.

De même, de nombreuses expérimentations à travers le monde ont montré que les enfants à qui on apprend comment fonctionne le cerveau y trouvent une source de motivation et progressent, en lecture et en calcul par exemple en enseignement primaire²⁰.

En effet, la plupart des enfants ont une conception fixiste de l'intelligence, pour eux on naît intelligent ou bête et c'est définitif. Lorsqu'ils découvrent, par l'expérience qu'on leur fait vivre explicitement, que leur cerveau est plastique, que leurs efforts ne seront pas vains, qu'il est normal que cela paraisse laborieux au début, le temps que les réseaux se forment et se renforcent... ils reprennent espoir et confiance en eux, ils acceptent de persévérer sur des tâches qui leur résistent. Dans la très grande majorité des cas, cela permet des progrès et l'on désamorce le cercle

²⁰ Lanoë Céline, Lubin Amélie, Rossi Sandrine, « Découvrir son cerveau pour mieux apprendre », *Les Cahiers pédagogiques*, n° 527, fév. 2016, p. 39-40. Les mêmes auteurs ont publié récemment *Découvrir le cerveau à l'école. Les sciences cognitives au service des apprentissages*, Canopé, 2017.

vicieux : j'ai du mal à apprendre, je lâche, j'ai de plus en plus de mal à suivre, je renonce. Les auteurs de *Mets-toi ça dans la tête !* précisent : « Le travail de Dweck montre que les gens qui croient que leurs capacités intellectuelles sont déterminées à la naissance, gravées dans leurs gènes, ont tendance à éviter les situations où ils pourraient de ne pas réussir, car cet échec leur semblerait une preuve d'un manque insurmontable. Au contraire, ceux que l'on a aidés à réaliser que les efforts et les apprentissages modifient le cerveau, et à comprendre que leurs capacités intellectuelles reposent en grande partie sur leur propre maîtrise de la situation, sont plus enclins à se confronter à des défis difficiles, à tenter de les surmonter en persévérant dans la tâche²¹. » On le constate tous les jours : « Les élèves croulent sous une montagne de mythes et d'illusions à propos de l'apprentissage et cela les induit à faire des choix malheureux concernant les risques intellectuels à prendre ou le choix de quand et comment apprendre. »

Cet ouvrage ne comporte pas de chapitres concernant l'apprentissage de la lecture ou du calcul parce que ces thématiques nécessiteraient chacune une publication documentée écrite par des spécialistes de ces questions mais nous prendrons néanmoins deux exemples pour illustrer l'intérêt pour les enseignants de comprendre le fonctionnement cérébral.

Stanislas Dehaene²² s'est intéressé au recyclage neuronal lors de l'apprentissage de la lecture. C'est d'abord le cortex visuel primaire qui traite le stimulus, ensuite un traitement prélexical est effectué par la jonction occipito-temporale gauche surnommée « boîte à lettres du cerveau ». Cette zone sert initialement à reconnaître les visages, les objets et les formes géométriques et elle se spécialise peu à peu lors de l'apprentissage de la lecture dans la reconnaissance

²¹ Brown Peter C., Roediger Henry L., Mc Daniel Mark A., *Mets-toi ça dans la tête ! Les stratégies d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives*, Genève, éditions Markus Haller, 2016, p. 119, 214 et 264.

²² Dehaene Stanislas, *Les Neurones de la lecture*, Paris, Odile Jacob, 2007.



des lettres. Or, si une tasse reste bien une tasse, que l'anse soit orientée vers la droite ou vers la gauche, une lettre ne se prononce pas de la même façon selon que la courbe est d'un côté ou de l'autre de la barre, s'il s'agit du « d » ou du « b » par exemple. Cela pourrait expliquer les erreurs en miroir que font les enfants qui apprennent à lire, sans que cela augure d'une dyslexie pour autant. C'est un phénomène normal et tous les enfants semblent passer par cette étape, plus ou moins. Comprendre ce mécanisme permet de rassurer les enseignants de CP et, surtout, de les inciter à verbaliser explicitement la différence entre la lecture d'objets et la lecture de lettres pour que les enfants dépassent rapidement cette difficulté et ne perdent pas confiance en eux à ce moment capital de leur évolution²³. Ce qui ne signifie pas qu'un neuroscientifique peut aller jusqu'à prescrire en pédagogie. L'enseignant reste le seul à connaître les élèves qui composent sa classe, leurs besoins, le contexte dans lequel il enseigne et il décide de la pédagogie et de la didactique qu'il met en œuvre. Raison de plus pour fournir à tous les enseignants une culture scientifique suffisante pour pouvoir s'enrichir de la lecture des chercheurs tout en développant leur sens critique et leur libre arbitre.

Le circuit pariétal est lié à la fois à la numératie et à la représentation spatiale et Stanislas Dehaene²⁴ a montré en 1997 que ces deux fonctions sont étroitement liées. En conséquence, les outils et activités pédagogiques qui articulent le mouvement, les manipulations et les apprentissages mathématiques sont particulièrement recommandés : cubes, réglettes Cuisenaire, jeux de société, instruments de mesure... Ces pratiques consolident l'intuition mathématique chez l'enfant. Un programme qui avait mis en place des expériences faisant appel à la droite numérique et à des manipulations concrètes variées liant les nombres et

²³ Dubois Bénédicte, « Ceci n'est pas une tasse », *Les Cahiers pédagogiques*, n° 527, fév. 2016, p. 51.

²⁴ Dehaene Stanislas, *La Bosse des maths*, Paris, Odile Jacob, 2014 (réédition).

l'espace a permis de propulser des enfants en retard scolaire en tête de classe après quarante séances de vingt minutes²⁵. Bien sûr, on peut se contenter de prescrire cette approche mais nous partons du principe que l'on fait mieux ce qu'on fait quand on sait pourquoi on le fait. Comprendre la logique de ces pratiques et leur lien avec les soubassements neuronaux de la pensée ne peut que développer des compétences fines chez l'enseignant qui prendra alors ses décisions pédagogiques en fonction d'acquis cohérents et d'une compréhension globale des mécanismes cérébraux.

Il n'y a pas si longtemps, des enseignants pouvaient encore mettre en doute la dimension neurodéveloppementale des troubles des apprentissages. Aujourd'hui, elle a été démontrée par des centaines d'équipes de chercheurs à travers le monde²⁶ et chaque jour des découvertes ouvrent des pistes pour mieux accompagner ces jeunes en souffrance à progresser et à compenser les particularités de leurs cerveaux. Nous constatons qu'il est plus facile d'aider les enseignants à comprendre ces troubles et à y faire face aux côtés de leurs élèves lorsqu'ils peuvent concevoir les mécanismes en jeu. Certains pédagogues dénoncent la médicalisation et l'externalisation de la prise en charge de ces enfants dys, ils affirment que les enseignants sont à même de gérer ces troubles et de construire des stratégies de remédiation ou de contournement des difficultés, comme c'est le cas en Grande-Bretagne par exemple. Cela suppose une véritable formation qui ne peut faire l'économie de la compréhension des mécanismes cérébraux. Or, ces enfants sont présents dans toutes les classes : on estime à au moins 10 % le taux moyen d'enfants dyslexiques, dysphasiques, dyspraxiques, dyscalculiques, dysattentionnels, dysgraphiques, dysorthographiques... en sachant qu'un

²⁵ Griffin S. A., Case R. et Siegler R. B., *Comment apprend-on ? La recherche au service de la pratique*, OCDE, 2010, p. 108.

²⁶ Voir par exemple le site de l'Inserm sur la question : <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/troubles-apprentissages>. Mais aussi « Le cerveau de l'apprenant » du docteur Pouhet, téléchargeable en ligne : <http://www.apedys.org/dyslexie/article.php?sid=1125>



même enfant présente souvent plusieurs troubles à des degrés divers et que chaque cas est particulier. Il n'existe pas une dyslexie mais des enfants présentant des troubles dyslexiques particuliers, plus ou moins associés à d'autres troubles de la nébuleuse dys, quand ils ne sont pas intellectuellement précoces, ce qui n'est pas rare²⁷. On pourrait aussi aider les professeurs en difficulté face aux comportements des adolescents en leur démontrant que ces jeunes sont sujets à un décalage de maturité entre le système limbique impliqué dans les émotions et le cortex préfrontal qui contrôle ces impulsions. Nous pourrions citer de nombreux autres exemples pour justifier la nécessité de donner aux enseignants une formation leur permettant de comprendre les mécanismes des apprentissages, des émotions, des comportements des jeunes qu'ils ont la charge d'instruire et d'éduquer.

Si on considère que les enseignants ne sont pas des exécutants programmés pour appliquer des consignes pensées ailleurs, mais des ingénieurs de la formation et des praticiens réfléchis, on doit bien admettre qu'une formation en sciences cognitives leur sera aussi indispensable, dans les années qui viennent, que la formation en pédagogie, didactique, psychologie, sociologie, philosophie...

²⁷ Pour en savoir davantage, on peut obtenir le fascicule « Distinguons les dys » sur le site <http://dystinguonsnous.com/>

ATTENTION À L'ATTENTION !

« Sois attentif ! »,
« Concentre-toi ! », « Fais
un peu attention à ce
que je te dis ! », « Tu te
laisses distraire trop
facilement »...

Qui d'entre nous se sou-
vient du moment où on

lui a enseigné, à l'école ou ailleurs, les moyens d'être attentif et de se concentrer ? Nous avons pratiquement tous dû trouver par nous-mêmes, certains n'ont jamais vraiment réussi, et les jeunes d'aujourd'hui rencontrent bien plus de difficultés, encore « dans un monde de distractions » comme le dit Jean-Philippe Lachaux²⁸. Or, l'attention est primordiale puisque sans elle on ne peut ni comprendre, ni apprendre, ni même voir parfois, s'il est vrai qu'on ne voit vraiment que ce que l'on a l'intention de regarder et qu'on est préparé à reconnaître.

²⁸ Lachaux Jean-Philippe, *Les Petites Bulles de l'attention. Se concentrer dans un monde de distraction*, Paris, Odile Jacob, 2016.

DE L'ATTENTION DANS LA CLASSE

Nous avons vu précédemment que l'exécution d'une tâche, même élémentaire, requiert l'activation coordonnée d'aires cérébrales distinctes, chacune traitant une partie de la tâche globale. Des psychologues et philosophes ont utilisé au début du xx^e siècle le terme « engramme » pour nommer ce réseau spécifique qui laisse des traces mnésiques dans notre cerveau²⁹.

« Les réseaux dédiés à l'attention ont cette particularité que leur but premier est d'influencer le fonctionnement des autres réseaux cérébraux³⁰. » En effet, le terme au singulier, l'attention³¹, recouvre en fait un réseau de réseaux : la gestion des stimuli sensoriels, le maintien de l'attention durant l'exécution de la tâche, les changements induits par un signal d'alerte, les conflits entre plusieurs tâches concurrentielles, la régulation des différents réseaux et leur lien avec la pensée et l'émotion, l'autorégulation. La maturation de ces réseaux est progressive, de l'arrière vers l'avant du cerveau, et le cortex préfrontal, maître d'œuvre de la concentration, arrive à maturité vers 20 ans. L'attention du nouveau né est captée par des signaux extérieurs dont il est dépendant. Jean-Philippe Lachaux parle de « mode marionnette » pour définir cet état, mais, en grandissant, il accède peu à peu à une certaine maîtrise, il sélectionne les objets de son attention et contrôle ce processus volontaire, il

²⁹ « ... Les cellules ou les groupes de cellules nerveuses ont la capacité de se remettre sous des influences diverses dans l'état où un excitant extérieur les avait mises, qu'on appelle cette possibilité trace cérébrale ou engramme. » Sartre, *L'Imagination*, Paris, Gallimard, 1936, p. 115.

³⁰ Posner Michael, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, op. cit.

³¹ Voir l'ouvrage d'Yves Citton, *L'Économie de l'attention*, Paris, éditions La découverte, 2014 : http://www.editions-ladecouverte.fr/catalogue/index-L_economie_de_l_attention-9782707178701.html



accède alors à l'attention exécutive. Son impulsivité et son hyperactivité sont de mieux en mieux canalisées et le traitement cognitif est facilité par la myélinisation (schéma page 26) progressive des fibres nerveuses qui développe les ressources attentionnelles. Il peut donc être intéressant, pédagogiquement, d'expliquer aux élèves qu'il convient de repérer les trois principales composantes de l'attention : l'alerte, l'orientation, sélective ou partagée, la supervision.

Soit nous tentons de capter l'attention de nos élèves par divers moyens pédagogiques, soit l'élève a le projet personnel de se rendre attentif pour exécuter un travail. Cette étape est liée à la motivation, à l'intérêt que nous tentons de susciter, à un objectif propre à l'élève... Certains enseignants adoptent des rituels d'entrée en cours, deux minutes de film, une musique, un jeu visuel comme le jeu des sept erreurs, « Où est Charlie ? »... Il s'agit d'un signal pour accentuer l'effet de seuil entre la récréation, l'extérieur, et le temps de la classe qui va nécessiter un autocontrôle des activités mentales. Cette mise en condition précède la présentation du cours et l'accroche par laquelle nous allons tenter de capter l'attention. On peut utiliser l'image du spot lumineux pour illustrer l'attention sélective, la capacité à oublier tout ce qui n'est pas la tâche et qui reste dans l'ombre, les bruits des voisins, les portables qui vibrent, ce qui se passe dans la rue ou la cour... On peut entraîner des élèves plus âgés à l'attention partagée ou alternée mais nous devons être conscients que c'est une compétence de haut niveau que les jeunes enfants ne maîtrisent pas encore, particulièrement s'ils présentent des troubles des apprentissages et/ou de l'attention. Cette compétence s'acquiert progressivement, s'entraîne systématiquement à partir du moment où on a pris conscience des mécanismes de cette gymnastique intellectuelle. L'attention doit ensuite être maintenue, contrôlée, restaurée, aménagée... Si l'attention fait bien l'objet de nombreuses études

en sciences cognitives, la définition de la concentration ne fait pas consensus. Ce terme fait partie du vocabulaire courant, souvent employé par les pédagogues pour désigner une attention soutenue, maintenue par un autocontrôle. Se concentrer reviendrait à stabiliser un « programme attentionnel » tel que l'entend Jean-Philippe Lachaux. Mais il précise aussi qu'on est attentif à un objet alors qu'on se concentre sur une tâche. Il y aurait donc entre ces deux concepts une différence quantitative et une différence qualitative. L'attention serait davantage de l'ordre de la perception et de l'observation, elle résulte de la sélection d'un objet d'attention sur lequel on se fixe un moment, alors que la concentration supposerait une implication active, éventuellement une production.

**LA DOUBLE
TÂCHE, MISSION
IMPOSSIBLE**

S'il est un concept sur lequel les enseignants ont beaucoup à apprendre des neurosciences, c'est bien celui de la double tâche. Nous mettons trop souvent nos élèves en situation de double tâche sans même nous en rendre compte ni réaliser ce que cela entraîne pour eux : l'incapacité de suivre le cours, la demande d'aide au voisin qui du coup perd lui aussi le fil, la sensation d'incompétence et de débordement, l'énervement, le découra-

gement, l'abandon, l'autodévalorisation. Lors d'une intervention TEDx³², Caroline Huron fait vivre à une salle d'adultes, vraisemblablement à l'aise intellectuellement, deux expériences très simples. La première est devenue « culte », surnommée le « Gorille

³² Huron Caroline, « Le cerveau peut-il faire deux choses à la fois ? », conférence du 5 octobre 2015 à l'Unesco : <http://lc.cx/prxp>



invisible³³ » : elle met en évidence la cécité (in)attentionnelle ou le fait que lorsque nous nous focalisons sur un objet, ici le nombre de passes entre basketteurs vêtus d'un maillot blanc, nous ne voyons pas ce qui est autour, un gorille qui traverse le groupe et s'arrête même un moment au milieu des joueurs pour se frapper le torse d'une façon aussi ostensible que risible. Depuis, de nombreuses expériences ont montré qu'on peut changer d'interlocuteur sans s'en rendre compte ou ne pas percevoir que le décor a été modifié pendant que le regard se concentrait sur le cadavre de la série policière. La deuxième expérience consiste à retenir une série de chiffres tout en disant « bla-bla-bla... ». IM-PO-SSI-BLE. Surprenant, incroyable tant qu'on n'en fait pas l'expérience soi-même et qu'on ne comprend pas pourquoi notre cerveau ne peut pas activer les mêmes réseaux neuronaux pour deux tâches en parallèle, particulièrement si aucune de ces deux tâches n'est entièrement automatisée.

Il faut absolument en convaincre nos élèves qui croient pouvoir écouter le cours en envoyant un texto sur le téléphone dans leur poche ou apprendre leurs leçons en gardant un œil sur les messages qui arrivent sur leur portable. Cette illusion que leur génération est multitâche leur coûte cher sur le plan scolaire. Bien sûr, ils sont capables de répéter la dernière phrase que nous venons de prononcer lorsqu'ils sont pris en flagrant délit d'occupation parallèle, mais pas de la comprendre. Ils en sont restés à la perception et à la mémoire immédiate, ils n'ont pas pu créer des évocations correspondant au concept présenté tout en rédigeant un texte pour un ami car les mêmes circuits sont mobilisés sur ces deux tâches, au moins en partie. Très vite, il ne restera donc aucune trace de ce qu'ils viennent de répéter mécaniquement. Nous avons fait l'expérience que tout ce qu'on peut leur dire sur le sujet reste lettre

³³ Chabris Christopher et Simons Daniel, *Le Gorille invisible, quand nos intuitions nous jouent des tours*, Paris, Le Pommier, 2015.

morte, ils demeurent convaincus de leur don de « double tâche » tant qu'on ne leur fait pas vivre consciemment une expérience qui les détrompe et tant qu'ils ne réalisent pas pourquoi ce n'est pas possible. Le seul moyen de les aider à réaliser cette erreur et de les amener à changer de comportement consiste donc à leur faire vivre une situation de double tâche, résoudre un problème mathématique en récitant l'alphabet par la fin par exemple, puis à utiliser le constat d'échec pour les intéresser à l'explication du phénomène. Les jeunes apprécient toujours qu'on les considère comme aptes à saisir les soubassements scientifiques de nos affirmations, ils sont ravis de comprendre et prennent vite goût à l'exploration de ce qui se passe dans la boîte noire. Ils en retirent un sentiment rassurant de pouvoir en partie contrôler leurs activités mentales à un âge où on aspire à la maîtrise.

Il est encore plus urgent d'en convaincre les enseignants car ils perdent en route une bonne partie de leurs élèves quand ils imposent à des publics qui ne sont pas aptes à le faire, en raison de leur âge ou de leurs difficultés spécifiques, ou simplement du manque d'entraînement, de gérer des situations de double tâche sur des durées assez longues. Nous invitons régulièrement les enseignants en formation à aller observer les cours de leurs collègues avec cet objectif de repérer les situations de double tâche et les conséquences évidentes sur les élèves. Eux-mêmes se retrouvent souvent en difficulté parce qu'ils n'arrivent pas à mener deux tâches de front dans une matière qui n'est pas la leur. Mis en situation d'apprenants dans les formations, ils demandent à ce qu'on répète, qu'on écrive au tableau, qu'on reformule la consigne donnée pendant qu'ils ouvraient une session sur leur portable.

**UNE EXPÉRI-
MENTATION :
ATTENTIF
À L'ÉCOLE**

Que se passe-t-il quand un neuroscientifique³⁴ décide que ses recherches sur l'attention ne valent que si elles aident enfants et adultes à mieux comprendre, apprendre et réussir ? Quand le responsable d'un centre de formation des professeurs des écoles et enseignants spécialisés estime que les stagiaires pourraient bénéficier de cette expertise³⁵ et nourrir en retour l'expérimentation scientifique de leurs propres compé-

tences ? Quand des professeurs décident de mettre en œuvre ces recherches avec leurs élèves en collaboration avec le chercheur et son équipe ? Atole, « Attentif à l'école », est une expérimentation qui consiste à mettre en place, dans une trentaine de classes de la maternelle au lycée, des ateliers inspirés des neurosciences cognitives qui visent le développement des capacités attentionnelles de l'enfant et de l'adolescent.

Ces modules comportent trois dimensions :

- la compréhension des mécanismes biologiques de l'attention ;
- la capacité à cibler finement un objet d'attention ;
- le développement de l'équilibre attentionnel par la perception des premiers signes de distraction et la recherche de moyens efficaces de recentration sur la tâche, l'entraînement à la détection de conflits attentionnels.

« L'attention est le processus de sélection, d'activation et de facilitation de certains neurones aux dépens des autres. Ce processus peut être déclenché de manière réflexe, par un stimulus externe ou interne, ou bien se développer sous forme d'un contrôle endogène

³⁴ Jean-Philippe Lachaux, chercheur en neurosciences à l'Inserm (U1028, CNRS UMR5292, université Lyon 1), directeur de recherche au sein de l'équipe Dynamique cérébrale et cognition (Dycog) du Centre de recherche en neurosciences de Lyon (CRNL).

³⁵ Thierry Chevallier, directeur de l'Institut de l'Oratoire à Caluire, commune limitrophe de Lyon.

par le système exécutif, exerçant son influence sur le cerveau depuis le lobe frontal³⁶. » En classe, c'est bien évidemment cette deuxième forme qui est particulièrement sollicitée et le postulat de départ de cette équipe est que l'attention est un processus que les élèves ont intérêt à expérimenter, à comprendre et à entraîner avec l'aide de leurs enseignants et de leurs parents.

Jean-Philippe Lachaux traduit ses principes en images faciles à mémoriser, il fait vivre des expériences qui permettent de comprendre vraiment ce qu'est l'attention et comment elle fonctionne ou dysfonctionne. L'élève qui découvre que l'attention est éminemment volatile n'investit plus son énergie dans la culpabilité de n'être pas attentif en permanence. Il consacre ses efforts à observer, repérer ce qui le distrait et ce qui l'aide à maintenir son attention sur la durée. La formation commence souvent par l'expérience de la poutre. Les enfants s'observent en train de marcher sur une poutre ; en les questionnant, on leur fait prendre conscience que d'imperceptibles déséquilibres risquent de les faire tomber et que leur corps réagit par des réajustements adaptés. Par comparaison, on les amène à réaliser qu'il en est de même pour le geste mental d'attention. Il s'agit de percevoir les amorces de distraction et de trouver les meilleurs moyens de ramener l'attention par la bonne perception et le bon mode d'action au service de l'objectif visé. L'élève peut aussi apprendre à calibrer l'attention requise par la tâche dans laquelle il s'engage. Pour cela, le chercheur file la métaphore de la poutre qui peut être plus ou moins large, longue ou haute symboliquement, moyen de jauger la difficulté, la durée de l'exercice et les conséquences d'un éventuel échec. Est-ce que cet exercice est facile pour moi ou délicat ? Va-t-il me demander un temps de concentration restreint ou prolongé ? Quel impact aurait un moment de distraction dans ces circonstances ? Par exemple,

³⁶ Lachaux Jean-Philippe, *Le Cerveau funambule. Comprendre et apprivoiser son attention grâce aux neurosciences*, Paris, Odile Jacob, 2015, p. 15.



rater un exercice d'entraînement en classe entraîne des conséquences négligeables, oublier d'accrocher son mousqueton sur la ligne de vie en accrobranche peut s'avérer mortel en cas de chute. De même, si on confie à un enfant un plateau sans bord sur lequel se déplace une bille avec la mission de la maintenir sur ce support il va expérimenter concrètement l'acte d'attention³⁷. Il va devoir se concentrer sur cet objectif en coordonnant en permanence ses perceptions, ici essentiellement visuelles et tactiles, et ses mouvements en réponse aux déplacements de la bille sur la surface lisse. Cet exercice définit parfaitement la concentration, la connexion à une tâche précise qui accapare nos sens, notre esprit et nos gestes. C'est ce qu'il appelle le programme PIM, pour « Perception-Intention-Mode d'action ». On montre à l'enfant qu'il peut utiliser trois doigts de sa main, « Pouce-Index-Majeur » pour inscrire ce sigle dans sa mémoire et le retrouver par le geste qui consiste à regarder sa main avec ces trois doigts tendus et les deux autres fermés.

Une fois que l'élève a vécu physiquement ces expériences, qu'il les a verbalisées, analysées, il peut les transposer sur toutes les missions, scolaires ou non, qu'il souhaite réussir. Plus l'enfant est jeune et plus l'intention doit être unique, claire, concrète et à court terme. « Un bon programme attentionnel est un programme qui assure qu'à chaque cycle "perception-action" le système de pilotage favorisera la perception et l'action la plus utile pour l'objectif du moment », une obsession ponctuelle en quelque sorte.

L'enfant s'entraîne à repérer les sources de distraction, externes ou internes : une porte qui s'ouvre, une ambulance dans la rue, la conversation du voisin de derrière, une règle qui tombe ou une sensation de faim, le souvenir d'une dispute dans la cour de récréation, la peur de ne pas y arriver, l'envie de rentrer chez soi... Il apprend à trouver les moyens de contrer ces pollutions mentales. Il peut

³⁷ Voir la petite vidéo de Jean-Philippe Lachaux, « Le cerveau funambule 2 » : <https://lc.cx/prgo>

« étiqueter » la pensée parasite, comme on le fait en méditation de pleine conscience, lui donner un nom pour la neutraliser. Un jeune élève peut utiliser un geste bien à lui pour symboliser la recapture d'attention, par exemple un mouvement circulaire de préhension ; un adolescent utilisera un geste plus discret, invisible aux yeux de ses camarades. On peut aussi avoir recours à une respiration abdominale, à une image mentale motivante, à une parole interne encourageante. Chaque enfant a intérêt à trouver ses propres armes contre la distraction. Il peut aussi s'accorder une micro pause pour décider s'il s'autorise ou non à céder à ce PAM³⁸ dans le contexte présent.

Les enfants peuvent, par la suite, transférer cette expérience concrète sur les autres gestes mentaux. Ils s'entraînent, s'observent et adaptent ce principe de base à diverses situations, de plus en plus complexes. Les enseignants sont bien évidemment invités à ajuster le lexique, les explications, les exercices à l'âge des élèves. L'adolescent est en capacité de découvrir peu à peu l'attention globale et les situations d'*awareness*³⁹ que les adultes maîtrisent : conduire de nuit par temps de pluie sur une autoroute chargée, gérer une classe en répondant aux demandes individuelles sans jamais relâcher l'attention sur le groupe... C'est dire que l'enseignant bénéficiera aussi d'une bonne connaissance des phénomènes d'attention pour affiner sa propre pratique.

Progressivement, avec l'entraînement et la maturation du cerveau, on apprendra à passer très rapidement d'une tâche à l'autre jusqu'à l'illusion de la double tâche, on abordera des tâches plus abstraites et à plus long terme. Mais, pour le jeune enfant, être au clair sur ce qu'il doit voir, écouter, percevoir en priorité, sur les moyens qu'il

³⁸ « Proposition d'Action Immédiate » pour Jean-Philippe Lachaux, l'envie soudaine de faire autre chose.

³⁹ État dynamique de concentration qui oriente vers le stimulus et prépare à une réaction rapide à tout ce qui pourrait survenir.



doit employer pour atteindre un but qu'il ne perd pas de vue est un gage de réussite.

L'enfant peut aussi apprendre à fragmenter une tâche complexe en micro tâches successives et à distinguer programmation globale et exécution partielle, ce que Jean-Philippe Lachaux appelle Maximoï et Minimoï pour les enfants, la « microcognition » pour les adultes⁴⁰. Quand on sait les difficultés que les enfants souffrant de troubles des apprentissages rencontrent pour planifier les tâches, on trouve là une excellente piste pour les aider à s'organiser. Pour les plus jeunes, l'enseignant joue le rôle du Maximoï et verbalise la réflexion qui l'amène au découpage de la tâche ; peu à peu, l'enfant apprend à diviser la tâche globale en sous tâches rassurantes, d'abord sur des missions simples et concrètes comme ranger la classe, puis sur des missions plus complexes et abstraites comme résoudre un problème, faire une rédaction ou préparer un exposé. Cette division procure des objets de satisfaction réguliers et un vécu de réussite gratifiant en activant régulièrement le circuit de la récompense, « Ça c'est fait, c'est bon, passons à la suite... ». Les enfants assez grands pour décomposer et planifier eux-mêmes la tâche ont néanmoins besoin qu'on leur laisse, après la présentation de la consigne, un temps suffisant pour programmer les actions à enchaîner. Nous entendons souvent les enseignants se plaindre que les élèves ne se mettent pas immédiatement à écrire ou à agir quand les consignes sont données, ils ne sont pas toujours conscients que cette étape est essentielle et parfois délicate pour certains élèves. « D'abord, je vais sélectionner les informations qui me seront utiles dans l'énoncé du problème ou les indices qui vont m'aider à répondre aux questions sur le texte ; puis je vais choisir les opérations mentales nécessaires. Je pose des hypothèses : si je fais A je peux obtenir B mais dans tel cas je peux choisir d'aller

⁴⁰ Voir la petite vidéo de Jean-Philippe Lachaux, « Le cerveau funambule 3 » : <https://lc.cx/prgb>

vers telle ou telle action... » Avec certains élèves inexpérimentés ou présentant des troubles des apprentissages, on pourra procéder à des entraînements à voix haute avant qu'ils intériorisent cette démarche exigeante. Certains ont aussi bien du mal à construire dans leur tête des discours et des images qui leur permettent de traduire le texte, l'énoncé, la consigne dans un langage accessible, qui prolonge la mémoire immédiate durant tout le temps de réalisation de l'exercice. Là encore une prise de conscience des mécanismes incontournables et un entraînement progressif s'avèrent souvent indispensables.

**DE L'IMPOR-
TANCE DE
L'INTROSPEC-
TION COGNITIVE**

Le geste mental d'attention que nous venons de définir en le décomposant nous permet de souligner déjà l'importance primordiale d'initier nos élèves à l'introspection cognitive, au regard intérieur sur la vie mentale. La plupart des enfants qui arrivent à l'école n'ont jamais pris conscience de cette capacité extraordinaire d'écouter et de regarder ce qui se passe dans leur tête. Le neuroscientifique parle de discours interne, de perceptions

mentales, d'images mentales, de paroles mentales ou intérieures, de petite voix, d'actions mentales, de gestes mentaux par opposition aux actions physiques. Initier dès la maternelle les élèves à cette capacité d'observer comment ça se passe quand on est attentif, quand on comprend, quand on retrouve en mémoire, décrire les processus de pensée invisibles, leur rend de grands services. Ils découvrent en eux un monde fascinant qui leur appartient et qu'ils apprennent peu à peu à décoder, à analyser de plus en plus finement, à maîtriser et à développer. Beaucoup de jeunes, et combien



d'adultes, ne sont pas conscients des images et des discours mentaux qu'ils construisent. Ils confondent les perceptions visuelles, auditives, tactiles, gustatives et olfactives avec les évocations qu'ils peuvent avoir en tête, convoquer à leur guise en l'absence des objets. Je peux évoquer mentalement un triangle, une comptine, la sensation des mains de la coiffeuse sur mon cuir chevelu, le parfum du muguet, le goût du citron par exemple. Ces évocations mentales sont les supports de notre vie mentale, les outils de notre fonctionnement intellectuel, nous devons apprendre à les façonner, à les stocker et à les manipuler mais cela suppose une initiation, un accompagnement pour la plupart d'entre nous et au début de réels efforts⁴¹.

Dans *Libérez votre cerveau*, Idriss Aberkane écrit⁴² : « Si l'introspection est irremplaçable pour faire avancer la connaissance de l'esprit, notre vie mentale n'est pas naturellement consciente, elle est même majoritairement inconsciente, car la conscience est très coûteuse en énergie pour le fonctionnement cérébral. » Il souligne plus loin que « quelle que soit la discipline, ce que le maître possède en plus, c'est la capacité à verbaliser ». Le rôle de l'enseignant consiste bien à pouvoir mettre des mots sur ce que les élèves sentent confusément de leur fonctionnement cérébral pour les aider à y voir plus clair. Encore faut-il que l'enseignant soit lui-même capable d'analyser les processus cognitifs auxquels il recourt. Par exemple, pour enseigner le commentaire composé à des élèves de seconde, il ne suffit pas de savoir faire soi-même un commentaire composé, il faut pouvoir en expliciter les étapes incontournables. Cela suppose de s'observer en train de réaliser la tâche, d'analyser aussi finement que possible les passages obligés et ce qui relève de notre propre fonctionnement, qui peut donc

⁴¹ Voir la petite vidéo de Jean-Philippe Lachaux, « Le cerveau funambule 1 » : <https://lc.cx/prMM>

⁴² Aberkane Idriss, *Libérez votre cerveau. Traité de neurosagesse pour changer l'école et la société*, Paris, Robert Lafont, 2016, p. 75.

admettre des variantes. Cela permet de verbaliser un mode opératoire que l'élève va pouvoir s'approprier dans un premier temps avant de le modifier, à partir de son expérience, pour se rapprocher de la meilleure façon de faire pour lui. On ne va pas se contenter de dire : « Premièrement, on procède à l'analyse linéaire du texte » mais on précisera qu'on se met, au moment de lire le texte, dans un état de réceptivité à tout ce qui peut représenter un écart à la norme, une façon particulière, inattendue, d'exprimer les choses. On développera chez les élèves la sensibilité aux alertes mentales qui leur indiquent les points qui méritent d'être retenus. Il convient alors de se demander ce qui déclenche ce signal sensoriel, quel choix de mot, quelle tournure de phrase, quel rythme, quelle sonorité ou quelle répétition... puis de chercher le sens que ce fait de style peut prendre ici. On est amené à conseiller aux élèves de se faire confiance si on veut qu'ils « perçoivent » ce qui mérite d'être relevé, ils doivent être dans le lâcher prise, et non dans un état de tension qui les couperait de leurs intuitions, la pression d'être dans le juste du premier coup peut s'avérer contre-productive. Dans un deuxième temps, on recherchera une cohérence et on pourra éliminer toutes les sensations de la première lecture qui ne sont pas confirmées par un ensemble de remarques. En d'autres termes, on sensibilisera les élèves à observer leur esprit en activité sur des exercices de plus en plus complexes, de la maternelle à l'université.



INTROSPECTION COGNITIVE ET MÉTACOGNITION

Nous insistons sur la nécessité d'initier et d'entraîner les élèves à l'introspection cognitive, par exemple pour aller voir ce qui se passe vraiment dans la tête quand on est attentif, quand on se laisse distraire, quand on ramène l'attention, quand on se concentre. L'introspection est aussi ce qui va permettre la métacognition⁴³. Il faut en effet pouvoir retracer les étapes d'un raisonnement, d'une procédure pour analyser ce qui est juste

et ce qui mérite rectification, repérer le moment où on a pris la mauvaise décision. On sait aujourd'hui que l'erreur est source d'apprentissage à condition de pouvoir la détecter, la cerner et l'analyser assez précisément pour la corriger. L'introspection est descriptive, elle permet d'observer les actions mentales, de les nommer, Stanislas Dehaene parle d'« orientation du faisceau de la conscience en nous-mêmes » alors que la métacognition introduit une évaluation de ce qui est à conserver et à renforcer et de ce qui est à modifier. L'introspection correspond donc à une auto-observation souvent verbalisée, un traitement conscient et volontaire de l'action mentale en train de se dérouler, elle peut être erronée ou fictive. Elle correspond à un mouvement de bas en haut puisqu'elle fait émerger à la conscience des processus spontanés auxquels elle donne partiellement accès. À l'inverse, la métacognition correspond à un mouvement de haut en bas puisqu'elle utilise l'ensemble des connaissances et croyances que nous possédons sur nos propres processus cognitifs pour reconstruire après coup l'action mentale et l'évaluer, consciemment ou non.

⁴³ Cours de Stanislas Dehaene, « Introspection et métacognition : les mécanismes de la connaissance de soi » : www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene

La métacognition est très proche de la réflexion puisqu'on observe dans les deux cas un mouvement de retour sur la pensée, sur les acquis, pour donner du sens à des objets. Dans le cas de la métacognition, il s'agit de la remémoration active du processus qui nous a permis de traiter la tâche. Cela consiste à revenir sur ce qui vient d'être appris pour l'interroger : qu'est-ce qui a bien fonctionné ou pas, comment aurais-je pu m'y prendre autrement, qu'ai-je acquis à travers cette expérience, à quoi cela me renvoie-t-il, de quoi ai-je besoin pour aller plus loin, quelle stratégie j'entrevois désormais pour plus d'efficacité ?... On distingue les phases de récupération en mémoire, d'élaboration en tissant ces nouvelles connaissances avec d'anciennes, de génération en reformulant à sa façon les idées clés et en évoquant mentalement les paradigmes construits. La pensée se construit donc par une circulation sur la ligne du temps qui ressemble à ce qu'on appelle en couture le point arrière, on repart en arrière pour lier plus solidement et avancer plus efficacement. Pour comprendre, on va vers l'objet de compréhension avec tout ce que l'on a déjà acquis par le passé, en termes de savoirs comme de savoir-faire, de méthode. On puise dans le passé les éléments dont on a besoin pour construire du sens à partir des indices présents. Pour réfléchir, on revient sur ce processus, dans le passé proche, pour en retirer une leçon et dégager un modèle qui nous servira à aborder plus judicieusement de nouvelles situations à l'avenir. Nous pouvons éprouver le sentiment de comprendre alors que nous avons mal compris. Pour l'enseignant, il est important de repérer pourquoi l'élève dit ne pas comprendre ou pourquoi sa compréhension est faussée, même s'il croit avoir compris. N'a-t-il pas repéré les bons indices ou les a-t-il mal traduits ? Le vocabulaire ou des lacunes disciplinaires font-ils obstacle ? Est-ce qu'il rencontre des difficultés à établir des liens ou se trompe-t-il sur la nature des liens ? Est-il gêné par des barrières culturelles ? Est-ce qu'il ne parvient pas à concevoir un système qui englobe logiquement l'ensemble



de ces indices et de ces liens ? Pouvoir analyser ainsi le sentiment d'incompréhension ou l'erreur évite de se contenter d'expliquer inlassablement la même chose de la même façon sans savoir ce qui, dans nos explications, peut ou non répondre à la difficulté précise de l'enfant. Mener cette analyse à voix haute ou, mieux encore, amener l'élève à la reconstituer ne peut que l'inciter à analyser ses erreurs, la métacognition permettant de passer de l'erreur à l'acquisition. Le professeur réalise alors que son enseignement n'est qu'une partie de ce qui permet l'apprentissage car celui-ci résulte de l'effet de l'enseignement sur une personne unique avec ses acquis, sa culture, son mode de pensée, ses ressources et ses lacunes, ses émotions et ses représentations...

**LE RÉSEAU
CÉRÉBRAL
DU MODE
PAR DÉFAUT**

Nos élèves se parlent dans leur tête et presque tous construisent des images mais ils n'en sont pas toujours conscients. Ils ne réalisent pas vraiment ce qui se passe quand ils sont inoccupés et que leur esprit vagabonde, ce que les scientifiques appellent le réseau cérébral du mode par défaut ; on dit parfois : « Ce que fait notre cerveau quand il ne fait rien. » Ce réseau, qui se développe surtout après 12 ans, implique un

ensemble de régions cérébrales, disséminées mais interconnectées, qui s'activent quand on n'est occupé à aucune tâche précise. On pense aujourd'hui que cette activité cérébrale spontanée, longtemps négligée, pourrait être d'une importance capitale pour le développement et l'entretien de capacités transversales précieuses : introspection, sentiment de soi, imagerie mentale, empathie et cognition sociale, construction de simulations mentales, analyse

d'expériences, projection dans le futur, recherche de situations alternatives... Ce processus dynamique et évolutif chercherait constamment à établir un équilibre entre les mondes intérieur et extérieur, à tisser des liens entre le passé et le futur, et entretiendrait les réseaux neuronaux⁴⁴.

Or, nos élèves, pour la plupart, fuient ces moments d'inactivités qui sont pour eux synonymes d'ennui, ils meublent ces espaces de « vide salubre » avec les messages sur les portables, la musique dans les écouteurs, les jeux vidéo... Ils méconnaissent le plaisir de s'écouter penser et ne sont pas très au clair sur les notions d'intériorité et d'extériorité. Par exemple, ils sont peu conscients qu'apprendre consiste à se saisir activement de ce qu'on leur propose à l'extérieur pour l'installer « à l'intérieur » dans sa propre langue. Cette appropriation par l'action mentale est rarement expliquée aux élèves qui viennent en cours pour apprendre comme d'autres vont à la plage pour bronzer. On peut s'étendre passivement au soleil et quoi qu'on fasse, ou pas, on bronzera ; mais en classe, il faut actionner son cerveau pour faire passer les notions de l'extérieur vers l'intérieur. Les élèves ont trop souvent l'impression que l'enseignant est le seul responsable de leurs apprentissages, que dès l'instant où ils sont présents ils apprennent, sans rien faire de particulier. Il est important qu'ils réalisent que si les enseignants sont bien responsables de la construction et de la mise en œuvre de dispositifs permettant les apprentissages, ils sont les seuls responsables de ce qu'ils apprennent. Ce partage des rôles, cette responsabilité conjointe les engagent à s'approprier consciemment savoirs et savoir-faire pour les intégrer dans leurs réseaux de connaissances. D'où l'accent mis sur les pédagogies actives certes, mais encore faut-il que ces activités physiques nécessaires à la réalisation de

⁴⁴ « Quand les neurones se taisent pour améliorer nos performances », Inserm, 27 oct. 2011 : <http://presse.inserm.fr/quand-des-neurones-se-taisent-pour-ameliorer-nos-performances/13449/>
« Le réseau cérébral par défaut, rôle cognitif et perturbations dans la pathologie », *Revue neurologique*, vol. 166, nov. 2010, p. 859-872.



la tâche s'accompagnent d'activités mentales d'apprentissage et d'activités métacognitives stabilisant les acquis.

Des études montrent un trouble du réseau cérébral du mode par défaut chez les enfants et les adultes atteints de déficit attentionnel. Nous aurions probablement intérêt à faire vivre à nos élèves des moments d'inactivité, de vide, pour qu'ils prennent conscience de l'activité cérébrale du mode par défaut. Il conviendrait aussi de les guider dans le passage d'un mode à l'autre. Certains paraissent souffrir d'un manque de flexibilité entre ces deux états qui les pénalise. Il nous arrive tous de « décrocher » pendant une conférence et de partir quelques instants dans notre monde intérieur. Mais un mot un peu pointu, une question dans la salle, une notion qui ne nous est pas familière vont nous ramener à l'attention. L'étudiant expérimenté sait quand il peut « s'absenter » mentalement et quand il doit « s'accrocher ». Quand nous laissons notre cerveau vagabonder dans les transports en commun, il suffit qu'un interlocuteur s'adresse à nous pour que nous déconnions le réseau par défaut et que nous réagissions de façon adéquate. Nos élèves ont besoin de développer cette fluidité mentale pour pouvoir se détendre brièvement sans perdre le fil du cours.

En conclusion, l'attention est un phénomène que l'on peut croire évident parce qu'il est familier, quotidien, accessible à tous mais il recouvre une réalité extrêmement complexe dont le champ lexical donne une petite idée : attention perceptive, sensorielle, focalisée, soutenue, divisée, sélective, prolongée, partagée, distribuée, diffuse, globale, motrice, volontaire, exécutive, flexibilité attentionnelle, distractibilité, concentration, alerte, double tâche, pré-attention... On aurait tort de penser qu'être attentif est naturel, va de soi et ne nécessite aucune explication, aucune méthode. En revanche, une fois la pratique de l'introspection cognitive acquise, une fois l'attention apprivoisée, la suite coule de source.

PISTES PÉDAGOGIQUES

- Expliquer aux élèves les mécanismes de l'attention.
 - Initier dès le plus jeune âge les élèves à l'introspection cognitive.
 - Recourir aux rituels, d'entrée en cours en particulier.
 - Soigner l'accroche des séances pour capter l'attention.
 - Prendre en compte la difficulté que représente l'attention partagée sur une double tâche pour ne pas l'imposer à des élèves qui ne sont pas encore aptes à y faire face.
 - Proposer aux jeunes de petites expériences pour leur faire réaliser qu'ils ne sont pas multitâches et leur expliquer alors pourquoi.
 - Entraîner les élèves à repérer les moments où ils « décrochent » et leur suggérer des moyens de « raccrocher » pour qu'ils trouvent peu à peu ceux qui leur conviennent.
 - Apprendre aux élèves à décomposer une tâche complexe en sous-tâches.
 - Laisser du temps après la consigne pour la programmation de la tâche.
 - Verbaliser le déroulement de sa pensée à voix haute pour faire prendre conscience aux élèves de ce qu'est un parcours de réflexion afin qu'ils repèrent et affinent les leurs.
 - Mettre des mots sur les étapes et manifestations de l'activité mentale.
 - Fournir aux élèves des modes opératoires qu'ils pourront s'approprier et adapter.
 - Identifier la source des erreurs des élèves pour leur fournir les explications supplémentaires adéquates.
 - Amener les élèves à prendre conscience de la nécessité d'être actif mentalement durant le cours.
 - S'assurer que les exercices proposés ne mettent pas seulement le corps en action.
 - Faire découvrir aux élèves le réseau cérébral du mode par défaut par des moments de « vide ».
-



COMPRÉHENSION ET MÉMORISATION

Si l'apprentissage ne peut se concevoir sans attention au départ, les mécanismes qui permettent l'acquisition de connaissances et de compétences, leur stockage dans notre

mémoire de manière à pouvoir être convoquées pour donner sens aux situations futures et résoudre de nouveaux problèmes, faire face à des situations inédites, sont très complexes.

Faut-il comprendre pour apprendre ou apprendre pour comprendre ? La réponse à cette question est moins évidente qu'on ne l'imagine tant compréhension et mémorisation sont intriquées. Quelle différence entre comprendre et apprendre, entre comprendre et réfléchir ? À quelles conditions une expérience permet-elle l'apprentissage ? Questions essentielles pour l'enseignant qui met en place des situations d'apprentissage, individuelles ou en groupes, dans le but de permettre à chaque élève d'acquérir des savoirs, des savoir-faire, des savoir-être et des savoir-devenir.

**DISTINGUER,
COMPRENDRE
ET MÉMORISER**

Les enseignants ont tendance à penser qu'il faut comprendre pour apprendre et même que, si on a compris, on sait. Combien de fois avons-nous dit aux élèves : « Comment, vous ne savez pas ça ? Mais pourtant nous l'avons vu ! » Nous l'avons même généralement « vu » plusieurs fois et nous nous désespérons qu'il n'en reste rien, ou pas grand-chose. Mais nous-mêmes, quand nous assistons à une conférence que nous comprenons,

pouvons-nous en conclure qu'en repartant nous avons retenu tout ce que nous avons compris ? On peut facilement en avoir l'illusion. Un contrôle des connaissances dans les jours qui suivent sur les points abordés ou l'obligation d'expliquer, sans regarder nos notes, tout ce que nous avons entendu nous ramènerait à la réalité. Joseph Stordeur⁴⁵ permet à l'enseignant de réaliser vraiment la différence entre comprendre, apprendre et mémoriser.

Sur le plan chimique, il semblerait que les mécanismes de la compréhension provoquent l'ouverture des canaux à sodium, la sortie du potassium et l'inversion du potentiel électrique sur une petite portion de l'axone grâce à la pompe à sodium. La transmission de l'influx nerveux entraînerait le plaisir de l'« insight », mais ne laisserait aucune trace en mémoire. L'apprentissage au contraire se produit lors d'une sollicitation intense et répétée : reformulation de ce qu'on a compris pour soi-même ou pour autrui, prise de notes en différé, mise au net sous forme de schéma ou de tableau... Il entraînerait la production en grande quantité de neuromédiateurs comme les glutamates ; les canaux permettraient l'entrée du calcium qui assurerait la transcription du message. De nombreuses

⁴⁵ Stordeur Joseph, *Comprendre, apprendre, mémoriser. Les neurosciences au service de la pédagogie*, Bruxelles, De Boeck, 2014.



réactions moléculaires constitueraient des traces de l'information, la sensibilité des récepteurs aux neuromédiateurs augmenterait, de nouvelles connexions se créeraient, la potentialisation à long terme s'accompagnerait d'une transformation de la synapse qui matérialise l'apprentissage⁴⁶.

Pour résumer, Joseph Stordeur décompose ainsi l'apprentissage :

- « comprendre » recouvre la circulation d'un signal électrique et la transmission de neuromédiateurs ;
- « apprendre » correspond à la libération d'une grande quantité de neuromédiateurs assurant la transcription du message, la création et la transformation de synapses ;
- « mémoriser » suppose une sollicitation intense et répétée qui va stabiliser ces modifications et renforcer les traces au niveau des synapses et des noyaux.

La compréhension et la mémorisation sont des processus extrêmement complexes qui ne se résument pas à la chimie des connexions synaptiques. Par ailleurs, ces observations sur la consolidation mnésique par la stimulation à haute fréquence n'auraient pu être faites que sur des animaux et il serait hasardeux de considérer qu'elles sont valables chez l'homme. Mais cette modélisation incite enseignants et élèves à prendre en compte la distinction entre les deux gestes mentaux, elle fournit des représentations mentales favorisant le changement d'attitude dans le travail scolaire pour les élèves et de nouvelles façons de concevoir les séances d'enseignement. En effet, l'enseignant qui a lui-même fait l'expérience réfléchie de la différence entre comprendre et apprendre, qui peut relier ces actions mentales à des mécanismes biologiques précis, change de posture. Il n'est plus seulement responsable de la compréhension du cours par les élèves mais de la mémorisation du cours qui devra

⁴⁶ Bear Mark F., Connors Barry W. et Paradiso Michael A., *Neurosciences, à la découverte du cerveau*, chap. 25 : « Mécanismes moléculaires de l'apprentissage et de la mémorisation », Paris, éditions Pradel, 2016 (4^e édition), p. 894 à 923.

être amorcée en classe. Plus question de dire pendant que les élèves rangent leurs affaires : « Apprenez le cours pour la prochaine fois. » Il convient d'initier et de guider ces apprentissages, au moins pour les plus jeunes, tant qu'ils n'ont pas appris à les gérer de façon autonome. Dans le cadre de l'accompagnement d'enfants intellectuellement précoces souffrant de troubles d'apprentissages, nous constatons fréquemment qu'ils se contentent de comprendre, sans fournir l'effort nécessaire aux apprentissages. Ce n'est pas étonnant, ils comprennent vite, et cela leur procure une sensation agréable de compétence, l'illumination que l'on ressent lorsqu'on accède à un nouveau concept, ce moment « eureka » où le cerveau établit des liens entre les éléments dont il dispose et où le sens émerge. Bruno della Chiesa ose l'expression « orgasme intellectuel ». Le gestaltisme⁴⁷ utilisait le terme « insight » pour désigner la découverte d'une nouvelle structure de pensée, comme la solution soudaine à un problème. Le circuit de la récompense entre en jeu et produit de la dopamine mais le plaisir éprouvé n'entraîne pas pour autant l'inscription des connaissances dans la mémoire.

Nos élèves aiment comprendre et savoir mais ils n'ont pas envie d'apprendre car cela demande un effort et qu'ils n'en voient pas l'utilité parce qu'ils sont persuadés, comme beaucoup de leurs enseignants d'ailleurs, qu'il suffit de comprendre pour savoir. Ils constatent pourtant, lors des évaluations par exemple, qu'ils ne retrouvent pas ces notions en mémoire lorsqu'ils en ont besoin. Nous expliquons à nouveau, ils comprennent à nouveau, de plus en plus vite grâce à l'effet d'amorçage, mais sans apprendre vraiment. Nos conseils sont rarement suivis d'effets : « Il ne faut pas s'arrêter à la compréhension mais faire l'effort d'encoder et d'enregistrer ce que tu as compris si tu veux le retrouver quand tu en auras

⁴⁷ Théorie psychologique, philosophique et biologique selon laquelle les phénomènes psychiques ou biologiques doivent être considérés comme des ensembles structurés indissociables (les formes) et non comme une simple juxtaposition ou addition d'éléments.



besoin.» Depuis que nous pouvons leur montrer les schémas de biologie et justifier nos conseils par l'explication scientifique du phénomène, ces élèves consentent plus volontiers à produire les efforts nécessaires à l'inscription des connaissances en mémoire à long terme. L'un d'entre eux, que nous incitions à reformuler ce qu'il avait compris au lieu de passer immédiatement à autre chose, nous disait: «Ah! Oui tu veux encore que je fabrique des traces!» Ils se sentent valorisés par le fait qu'on les juge capables de comprendre pourquoi on leur conseille de s'y prendre de telle façon plutôt que d'une autre, ils n'ont pas l'impression de subir une leçon de morale mais de se plier à une contrainte biologique objectivement justifiée. On le voit, il n'est pas simple pour l'enseignant de s'inspirer de recherches en cours, avérées pour les uns, non stabilisées, voire contestables pour les autres. Il convient donc de se montrer prudent et d'en rester à des principes compatibles avec les constats pédagogiques. En l'occurrence, comprendre et retenir ne sont pas synonymes et il est important que nos élèves en soient conscients.

LA COMPRÉHENSION

La compréhension est considérée comme l'activité intellectuelle par excellence, couramment mise en lien avec l'intelligence ; on trouve pourtant peu d'études en psychologie cognitive sur cette dimension majeure de la pensée. Nous passons notre temps à comprendre des notions, des raisonnements, le monde qui nous entoure, les comportements des autres, nos propres réactions... Mais saurions-nous expliquer clairement à nos élèves ce que recouvre cette activité cognitive? Si on s'en tient aux définitions du dictionnaire, comprendre consiste à construire la

signification d'un objet, à intégrer une connaissance nouvelle à nos connaissances préexistantes. C'est pourquoi on passe souvent par l'étymologie pour cerner le sens du verbe, « prendre avec soi », on acquiert des savoirs qu'on transforme en connaissances. Le savoir est un ensemble de données, de concepts, de procédures ou de méthodes disponibles, un bien commun qui peut être accumulé et transmis, il fait partie du patrimoine culturel. Le savoir devient connaissance quand il est intériorisé par une personne qui lui donne un sens en lien avec son propre système de pensée. Le savoir est acquis par la mémorisation, la connaissance passe par la compréhension.

Nous demandons à nos élèves de comprendre leurs cours sans prendre le temps de définir ce que nous entendons par là. Si nous tentons, par l'introspection cognitive, de lister les composantes de cette activité mentale, comme nous l'avons fait pour l'attention dans le chapitre précédent, que pourrions-nous en dire ? Pour comprendre, nous commençons, consciemment ou non, par repérer les indices qui nous paraissent pertinents, par les trier, les hiérarchiser et les interpréter. Pour cela, nous sommes obligés de construire des images mentales (au sens large du terme, mots, images, sons, sensations tactiles ou gustatives, impressions, odeurs...) pour pouvoir mettre ces indices en lien, d'une part entre eux et d'autre part avec les connaissances que nous avons déjà en stock. Ensuite, nous allons essayer de saisir les liens qui existent, ou que nous imaginons, entre ces indices, des liens logiques d'analogie (ressemblances ou différences) ou d'attribution (fusion, union, intersection, inclusion, exclusion). Et à partir de ces liens, entre des éléments que nous nous représentons, nous allons élaborer un raisonnement, un modèle, nous allons extraire des règles sous-jacentes qui nous permettront de donner du sens à l'objet que nous considérons. Entraîner les élèves à exprimer à voix haute ces éléments de la compréhension



ne peut que les aider et les rassurer, leur permettre de se sentir « intelligents ».

La notion d'intelligence, sa définition, sa mesure, ses formes... ont donné lieu à de nombreuses publications et controverses. Un seul concept permet-il d'englober toutes les capacités cognitives d'un individu? Ces facultés sont-elles dissociables et mesurables? Qu'indiquent-elles, que permettent-elles de prédire du fonctionnement cérébral, de la réussite scolaire, de l'insertion professionnelle, du comportement social, de la réalisation d'un individu? Lorsqu'on parle d'intelligence, on évoque des aptitudes verbales, spatiales, logicomathématiques, des aptitudes à résoudre des problèmes, à affronter la complexité, à s'adapter... On distingue l'intelligence fluide, la capacité de raisonnement, de mise en relation, d'accès à l'abstraction, d'adaptation à des situations nouvelles, de l'intelligence cristallisée qui correspond à l'accumulation de procédures ou de modèles «préfabriqués». Mais ces définitions, comme les évaluations de quotient intellectuel, présentent généralement l'inconvénient de négliger la notion de potentiel. Or, dans le contexte de cet ouvrage, nous nous préoccupons surtout de la dimension dynamique et évolutive de l'intelligence. L'éclairage neurobiologique sur les fonctions cognitives indique clairement que les capacités intellectuelles sont en évolution constante sous l'influence de facteurs non seulement génétiques mais environnementaux et émotionnels. L'émergence de l'épigénétique⁴⁸ a rendu caduque l'opposition binaire simpliste de l'inné et de l'acquis. Le fait qu'un environnement stimulant et compétent puisse permettre un développement d'habiletés que nous ne pouvons pas prévoir nous incite indiscutablement à ne jamais décourager un enfant, à ne jamais le déclarer inapte, à ne jamais prononcer de jugements péremptoires sur ses impossibilités supposées. Les multiples tentatives de quantification de l'intelligence

⁴⁸ Les mécanismes qui modulent l'expression du patrimoine génétique en fonction du contexte.

par le biais de tests fournissent des résultats statiques, à prendre avec d'autant plus de précautions qu'ils renvoient à des facultés standardisées et présentent des biais importants, sur le plan culturel pour n'évoquer que cette dimension.

LA MÉMORISATION

Si l'on trouve peu de définitions, d'études et de textes sur la compréhension, on a beaucoup écrit sur la mémoire ou plutôt les mémoires car, comme pour l'attention, le terme générique recouvre de nombreuses acceptions. Nous définirons globalement la mémoire comme « la fonction mentale qui permet d'encoder, de stocker et de récupérer des informations ». La mémoire nous « met en contact avec des situations, des objets

et des êtres qui ne sont pas perceptivement présents » ; elle « est à l'origine d'une pensée consciente et inconsciente, faite d'images et de concepts, d'apprentissages, d'habitudes et de coutumes ; elle est une source d'inspiration, d'innovation et de création⁴⁹ ».

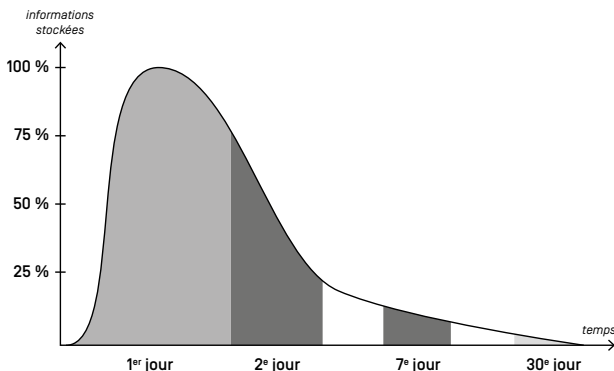
La recherche sur les processus mémoriels a beaucoup progressé et on sait aujourd'hui que, contrairement à une croyance populaire, la mémoire n'est pas infinie. Elle est stockée dans des réseaux neuronaux qui sont limités, la capacité d'oubli est donc indissociable de la mémorisation. Le psychologue allemand Hermann Ebbinghaus a travaillé au XIX^e siècle sur la mesure de la mémoire et les différentes formes de mémoire, conscientes et inconscientes en particulier.

⁴⁹ Eustache Francis, Guillery-Girard Bérengère, *La Neuroéducation. La mémoire au cœur des apprentissages*, Paris, Odile Jacob, 2016.



Il est resté célèbre pour une courbe de l'oubli⁵⁰ datée de 1885 qui est encore utilisée pour justifier, auprès des enseignants comme des élèves, la nécessité de réactiver les connaissances à plusieurs reprises pour les stabiliser en mémoire.

LA COURBE DE L'OUBLI D'HERMANN EBBINGHAUS

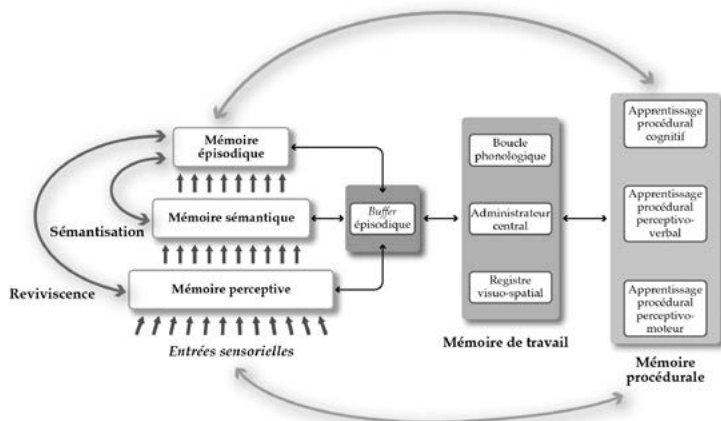


© Anxa

La mémoire perceptive est celle des entrées sensorielles, avant même que ces percepts prennent une signification pour celui qui perçoit ; elle est souvent sollicitée à notre insu. La mémoire à court terme maintient passivement des informations en mémoire, elle est caractérisée par une capacité réduite à quelques éléments durant quelques secondes ou dizaines de secondes. La mémoire de travail prend en compte le caractère dynamique et stratégique des opérations de maintien, de manipulation et de transformation d'une information présente à la conscience. Certaines informations vont être transférées dans les circuits de la mémoire à long terme qui conserve sur des mois, des années, voire définitivement, un nombre considérable d'informations.

⁵⁰ La courbe d'oubli d'Hermann Ebbinghaus établit qu'après une séance de lecture d'une heure, on a déjà oublié de 50 à 80 % des informations qu'on a lues le lendemain, entre 85 et 90 % sept jours plus tard, et environ 97 % après un mois...

MODÈLE MNESIS⁵¹ DE FRANCIS EUSTACHE
ET BÉATRICE DESGRANGES



© Le Pommier

La mémoire à long terme comprend la mémoire déclarative, des connaissances verbalisables ou qu'on peut réciter sous une forme ou une autre (dessin, mots...) et la mémoire procédurale, des activités automatisées comme le vélo, la natation ou la conduite. La mémoire procédurale permet de réaliser des tâches automatisées sans effort cognitif, en parallèle de tâches plus complexes, comme de discuter en conduisant. On ne peut le faire que si on est un conducteur chevronné et qu'aucune difficulté particulière ne surgit sur le trajet. Si l'on ne trouve pas son chemin, la conduite n'est plus automatique et il faudra interrompre la discussion le temps de se remettre sur la bonne trajectoire. La mémoire déclarative est elle-même fractionnée entre mémoire sémantique, des connaissances générales sur

⁵¹ © MNESIS (Modèle NÉoStructural InterSystémique), extrait d'Eustache Francis, *Les Chemins de la mémoire*, Le Pommier, 2010, 544 p. ; adapté d'Eustache Francis et Desgranges Béatrice, *Neuropsychology Review*, 2008, vol. 18, p. 53-69.



le monde et sur soi, et mémoire épisodique des souvenirs situés dans leur contexte spatial et temporel d'acquisition. Cette dernière permet de revivre une expérience tout en sachant qu'elle appartient au passé. La mémoire est liée au contexte d'encodage, se souvenir des conditions dans lesquelles on a découvert une notion permet souvent d'en retrouver les éléments. Il est judicieux d'apprendre aux élèves à évoquer le cadre dans lequel une connaissance a été encodée pour favoriser la récupération de cette connaissance : « Tu te souviens dans quelle salle nous étions, ce que je portais, s'il faisait chaud... ».

Il est important de comprendre que nos représentations mnésiques ne sont pas figées, chaque consolidation les modifie. Les neuroscientifiques contestent la comparaison de la mémoire humaine avec l'ordinateur. D'abord parce que ce qui est enregistré sur un disque dur ne s'efface pas progressivement selon la courbe d'Ebbinghaus (voir schéma page 65) ; ensuite parce que ce qui est inscrit sur le disque dur y reste inchangé, contrairement à nos souvenirs qui sont continuellement reconfigurés par le cerveau. La mémoire autobiographique s'appuie sur les mémoires sémantique et épisodique et recouvre l'ensemble des connaissances et souvenirs que nous avons accumulés depuis la vie intra-utérine ; elle constitue notre identité tout au long de notre vie. Quant à la mémoire prospective, elle désigne la mémoire des activités à réaliser dans le futur, elle est le pendant de la mémoire épisodique rétrospective, du passé.

Il paraît souhaitable que les enseignants aient quelques notions concernant le développement de la mémoire de façon à ce qu'ils sachent ce qu'ils peuvent exiger – ou non – des élèves qui leur sont confiés, en fonction de leur âge. Même si chaque enfant suit une progression qui lui est propre, il existe une chronologie moyenne intéressante à connaître. L'enfant n'est pas un adulte en miniature. La mémoire de travail et les fonctions exécutives se développent

tard dans l'adolescence, voire même jusqu'à l'âge adulte, en fonction du développement et de la myélinisation des régions frontales, et on rappelle que cette maturation est retardée chez les enfants souffrant de troubles des apprentissages. Comprendre une consigne complexe, la maintenir en mémoire durant la réalisation de la tâche, passer d'une activité mentale à l'autre, écouter l'enseignant tout en prenant des notes, ces activités sont exigeantes et s'acquièrent progressivement. L'implication grandissante des régions frontales s'accompagne d'un désengagement des régions postérieures ; plus le cerveau est mature et plus l'individu est expert, moins les régions activées sont étendues, l'adulte active moins mais mieux, l'activation est plus ciblée, plus efficace et moins laborieuse. Gardons-nous donc de mesurer l'intensité des efforts demandés à nos élèves à l'aune de notre propre fonctionnement dans notre matière de prédilection. L'empan mnésique, par exemple, le nombre d'informations que nous pouvons retenir, passe de deux à sept entre 3 et 13 ans, avec une marge interindividuelle de deux, en plus ou en moins. Les enfants de moins de 7 ans n'utilisent pas spontanément la répétition subvocale, le fait de répéter en pensée pour retenir. Là où nous utilisons un double codage verbal et visuel, qu'on appelle boucle phonologique et calepin visuo-spatial, l'enfant jusqu'à 7 ans privilégie les informations visuelles. La mémoire implicite, c'est-à-dire la remémoration automatique d'une expérience passée pour en aborder une nouvelle devient fluente entre 5 et 8 ans. La focalisation volontaire de l'attention vient vers 8 ans, il convient donc de limiter le nombre d'informations présentées et d'orienter l'enfant vers les informations pertinentes afin d'éviter les interférences. Les aires associatives intégrant l'information provenant de différentes modalités sensorielles mûrissent très tardivement, vers 16 ou 17 ans. Il y a donc lieu d'adapter les objectifs et de soutenir les apprentissages pour préserver la motivation. En effet, mettre les élèves face à des tâches qui requièrent des capacités que leur



développement neurologique ne permet pas encore les décourages durablement et leur renvoie une image très dévalorisée de leurs capacités.

Le sommeil permet la consolidation de la mémoire à long terme. L'hippocampe constituerait en quelque sorte le système d'adressage, il retiendrait « l'adresse » de chaque connaissance dans les différentes zones cérébrales et réactiverait toutes les zones impliquées lorsqu'on cherche à se souvenir. Il transférerait, pendant la nuit, les informations à stocker dans la mémoire à long terme. De nombreuses expériences ont montré que la mémoire est renforcée par une sieste ou une nuit de sommeil⁵². Raison de plus pour travailler sur une notion en quatre fois trente minutes au cours de la semaine plutôt qu'en deux heures d'affilée le même jour.

**DES PRATIQUES
PÉDAGOGIQUES
INSPIRÉES DES
RECHERCHES**

LES TROIS PREMIÈRES RÈGLES DE STEVE MASSON

Pour faire comprendre ce que recouvre la remémoration active ou réactivation des acquis, Steve Masson⁵³ recourt à une image : la première fois qu'on traverse une forêt, la progression est difficile, il faut tailler, couper, tracer un chemin, on se griffe, on trébuche et on peine à écarter les branches. La deuxième fois, c'est un peu moins difficile et au fur et à mesure qu'on repasse, le chemin est de mieux en mieux tracé

⁵² Pour approfondir le rôle du sommeil, on se reportera au récent ouvrage coordonné par Pascale Toscani : *Les Neurosciences de l'éducation. De la théorie à la pratique en classe*, chap. 6 : « Le sommeil : des rôles fondamentaux », Lyon, Chronique sociale, 2017.

⁵³ Steve Masson est docteur en éducation, neuroéducation et didactique, professeur à la faculté des sciences de l'éducation de l'université du Québec à Montréal (UQAM) et directeur du Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN). Toutes ses vidéos de conférences : www.youtube.com/user/ANeuroeducation

et la traversée de plus en plus facile. De même, lorsqu'on s'attelle pour la première fois à une nouvelle tâche, c'est laborieux, lent et pénible ; les réseaux de neurones concernés doivent se trouver et apprendre à travailler ensemble. Ensuite, ils se retrouvent de plus en plus rapidement et apprennent à collaborer, l'aisance vient peu à peu. Pour passer des sentiers broussailleux aux autoroutes, il faut réactiver les engrammes régulièrement ; pour échapper à la courbe de l'oubli, proposer des activités qui obligent à évoquer à nouveau les savoirs acquis sous une forme ou sous une autre. Selon notre expérience, les élèves à qui on explique ce fonctionnement sont rassurés de savoir que l'impression désagréable qu'ils éprouvent lorsqu'ils découvrent un nouvel exercice, cette difficulté qui leur donne envie d'abandonner, cette sensation de résistance inconfortable, constituent des freins normaux et inévitables, qu'il suffit de trouver la force de persévérer pour découvrir le plaisir d'avoir surmonté l'obstacle. Au fur et à mesure qu'ils reprennent un exercice de ce type, ils découvrent le plaisir de la fluidité, la sensation de maîtrise qui apparaît. « Hier j'avais l'impression que je n'y arriverais jamais, maintenant je sens que ça devient plus facile. »

Dans l'idéal, ces réactivations devraient avoir lieu dans les vingt-quatre heures pour la première fois puisque le cerveau repère comme importante une notion qui revient deux fois dans un court laps de temps. Puis, dans la semaine, la veille du cours suivant par exemple, enfin une semaine et un mois plus tard, voire en fin d'année au moment de l'examen. On le dit souvent aux élèves mais si on leur montre la courbe de l'oubli et qu'on les aide en organisant des réactivations en cours, en leur expliquant comment faire à la maison, on arrive à faire entrer ce mode de fonctionnement dans leurs habitudes de travail. On peut commencer par faire des pauses durant le cours pour proposer des QCM ou une prise de notes en différé de ce qui vient d'être expliqué. En cours comme à la maison, l'élève peut reformuler, pour expliquer à un camarade



par exemple, élaborer une carte mentale ou un schéma, placer les notions dans un tableau, répondre à des questions, réaliser une fiche de révision... Il faut qu'il soit obligé d'évoquer à nouveau ce qu'il a compris pour le faire passer dans la mémoire à long terme dans un langage qui est le sien.

La deuxième règle pour Steve Masson est celle de l'espace-temps des séances de travail ou de l'enseignement distribué. Quatre séances de trente minutes sur un sujet s'avéreront plus efficaces qu'une séance de deux heures. Cela suppose aussi qu'on apprenne aux élèves comment appliquer cette règle quand ils étudient de façon autonome. Certains chercheurs soulignent que ce principe ne vaut que pour les apprentissages sémantiques, l'apprentissage massé s'avérant parfois plus efficace pour des apprentissages procéduraux. La troisième règle est celle de la structuration des contenus pour éviter la surcharge cognitive car le cerveau se désactive lorsqu'il est saturé d'informations. On ne peut guère assimiler plus de deux ou trois concepts nouveaux à l'heure, pas plus de sept informations (plus ou moins deux). Pour aider les élèves à s'approprier le cours, il faut hiérarchiser les apports présentés, annoncer au début les deux ou trois points essentiels qui devront être retenus prioritairement. Il est important de s'arrêter chaque fois qu'on a terminé une partie avant de passer au point suivant pour laisser le temps d'évoquer ce qui a été retenu. Cela ne prend que trente secondes mais facilite la rétention d'informations. À nouveau en fin de cours, prendre une minute pour retrouver les deux ou trois points principaux du cours et commencer le cours suivant par la réactivation de ces mêmes éléments. Au total, ces pauses évocatrices représentent environ deux minutes par heure, le bénéfice que les élèves en retirent justifie largement cet investissement. Steve Masson conseille aussi de regrouper les informations logiquement, de diviser les contenus en étapes explicitement identifiées, d'annoncer le plan et de préciser régulièrement où

on en est, ce qu'on a vu, ce qui reste à voir... Enfin, il invite les enseignants à catégoriser les contenus: les règles ou formules à savoir par cœur, les exemples, les illustrations, les anecdotes, les comparaisons éclairantes, voire les digressions qui ne sont pas forcément néfastes si elles enrichissent le propos utilement et si elles sont annoncées comme telles... Un enseignant dit beaucoup de choses pendant un cours, aucun d'entre nous ne peut maintenir son attention uniformément sur la durée, il est donc capital que les élèves sachent à quel moment ils doivent se focaliser sur les apports et à quel moment ils peuvent relâcher la tension pour mieux se concentrer à nouveau.

LA NÉCESSITÉ DE L'EFFORT

Pendant toute une période, on a estimé que les enfants apprenaient mieux par le jeu et s'ils n'avaient pas à fournir d'efforts. Les auteurs de *Mets-toi ça dans la tête*!⁵⁴ s'inscrivent en faux contre cette théorie, séduisante certes, mais trompeuse de leur point de vue. Soyons clairs, il ne s'agit pas de proscrire les apprentissages ludiques qui peuvent susciter la motivation, stimuler l'imagination ou encourager le passage à l'action ; d'ailleurs, certains jeux demandent des efforts. Il ne s'agit pas de supprimer les travaux de groupes indispensables et précieux pour une foule de raisons. Il ne s'agit pas non plus de rechercher l'effort pour l'effort dans un cadre moralisant, voire dans une démarche sadique. Il semble seulement que le jeu, le travail de groupe doivent toujours démarrer ou déboucher sur un temps d'appropriation individuelle qui réclame un retour sur soi, un effort de réflexion ou de remémoration. Effort et plaisir ne sont pas contradictoires à certaines conditions: que la nécessité de cet effort soit bien expliquée à partir de la compréhension du fonctionnement du cerveau, que les moyens les plus efficaces de mémoriser

⁵⁴ Brown Peter C., Roediger Henry L. Mc Daniel Mark A., *op. cit.*



soient enseignés explicitement, que l'enseignant accompagne cet apprentissage et accepte d'y consacrer du temps, que l'entraînement commence en classe et enfin que l'on mette en avant le plaisir que l'on éprouve lorsqu'on réussit. Depuis les années 1980⁵⁵, on sait que l'apprentissage qui s'appuie sur des éléments difficiles et intéressants est plus efficace, des recherches plus récentes l'ont confirmé. Les chercheurs insistent sur le fait que plus l'apprentissage est difficile, plus il est efficace car l'effort favorise la création de nouvelles connexions neuronales. Ils rappellent que la lecture ou l'audition répétée des leçons ne sert à rien, cela entretient une illusion de maîtrise du sujet par le sentiment de familiarité croissante qui se crée ainsi mais cela ne permet pas de s'appropriier les savoirs durablement. On ne peut pas faire l'économie de tests, d'autotests, de fiches ou de schémas à élaborer, de paragraphes de restitution à rédiger, de reformulation pour les autres ou pour soi, de récitation silencieuse... Tout ce qui oblige à aller rechercher en mémoire les notions, à les agencer, à les manipuler, à les restituer sous différentes formes, accentue la compréhension et l'inscription en mémoire, renforce la capacité de transfert. Les indices de récupération et les chemins d'accès sont ainsi confortés.

Pour prouver aux élèves que la simple exposition aux savoirs, même répétée, ne produit pas d'apprentissages, on peut leur demander de dessiner le logo d'une marque célèbre de soda. Ils reconnaissent l'avoir vu des milliers de fois sur les canettes, les affiches... Ils l'ont vu mais pas regardé pour le retenir, pas mémorisé.

De même, on a tendance à penser que le fait d'isoler un élément ciblé facilite l'apprentissage, ce que nous pourrions appeler « l'effet Bled⁵⁶ ». Tous les enseignants savent qu'on peut faire travailler les élèves sur des exercices à trous dans lesquels il faut placer « et »

⁵⁵ Mihaly Csikszentmihalyi, *Flow*, 1990, New York: Harper et Row. Un article de Jean Heutte présente ses théories : <http://urlz.fr/6JcZ>

⁵⁶ L'instituteur Édouard Bled (1899-1996) a produit des livres de grammaire comportant des exercices ciblés « à trous ».

ou « est », « a » ou « à », « ce » ou « se », et dans ce cadre on arrive vite au 100 % de réussite. Mais dès que l'élève se trouve en situation d'écrire un texte spontanément, il commet à nouveau des erreurs dans le choix des homonymes grammaticaux. Toutes les expérimentations ont montré qu'il valait mieux travailler par séquences entremêlées et espacées, même si l'apprentissage alterné semble plus ardu et moins rentable sur le moment, il est plus solide, durable et précis. Un travail massé et ciblé sur une notion artificiellement isolée procure une sensation de maîtrise trompeuse, temporaire et illusoire. Des savoirs segmentés non contextualisés ne sont pas opérationnels. Ce qui plaide pour le recours aux tâches complexes, aux projets interdisciplinaires.

De nombreuses expériences bien menées ont, en effet, montré que loin de dissoudre les disciplines, les projets interdisciplinaires permettent aux collégiens de prendre conscience des spécificités des matières ; c'est en frottant les disciplines les unes aux autres qu'on fait émerger l'étincelle de la compréhension, pas en cloisonnant. D'autant que cela permet d'expliquer aux élèves que les disciplines sont des constructions scolaires inventées pour faciliter l'organisation de la classe, des façons différentes d'aborder une même réalité. L'occasion aussi de découvrir que les mots n'ont pas le même sens d'une discipline à l'autre, qu'on n'étudie pas un texte en français comme en histoire...

L'effort d'élaboration et l'apprentissage génératif sont aussi payants à long terme, pour les mêmes raisons. L'élaboration est le processus qui consiste à donner un sens aux nouvelles connaissances en les exprimant avec nos propres mots et en les reliant avec ce que nous savons déjà, en cherchant des exemples pour illustrer des concepts. Cela permet d'extraire des idées clés et de les organiser en modèles mentaux, en représentations subjectives d'une réalité extérieure objective. La génération est l'acte qui consiste à construire la réponse à une question ou la résolution d'un problème plutôt que



de réciter une solution mémorisée. L'apprentissage par stratégie est plus formateur que l'apprentissage fondé sur la mémorisation. Cela suppose d'accepter les inévitables erreurs comme des passages obligés sur le chemin de la connaissance. Beaucoup d'élèves n'essaient pas de peur de « se tromper ». Ils écrivent au crayon à papier pour ne pas avoir à raturer. Parce que dans notre culture, l'erreur est une faute, on a tendance à faire mémoriser des réponses justes plutôt qu'à accepter le tâtonnement qui permet d'accéder à une solution par soi-même. Or, l'erreur n'est pas un échec mais une étape charnière sur la voie de la maîtrise de nouveaux savoirs. « Se concentrer sur la performance plutôt que sur l'acquisition et la progression provoque un évitement de la prise de risque ou la crainte d'exposer une image de soi dégradante en se mettant dans des situations où il deviendrait nécessaire de transpirer un peu pour atteindre le résultat attendu⁵⁷. »

Bien sûr, on doit distinguer les difficultés souhaitables ou désirables et les difficultés qui constituent des interférences et des distracteurs. On parle de difficultés souhaitables comme d'autres ont parlé de situations-problèmes, quand des obstacles à court terme sont judicieusement prévus et dosés pour favoriser des apprentissages robustes.

EXERCICES DE MÉMORISATION ET MOYENS MNÉMOTECHNIQUES

L'enseignant peut entraîner ses élèves sur des exercices de mémorisation très simples pour leur faire repérer les stratégies efficaces. On présente vingt mots répartis en quatre colonnes et cinq lignes et on laisse deux minutes pour les retenir. Ensuite, on confronte les moyens utilisés par les uns et les autres. Les regroupements de mots et de chiffres sont efficaces par souci d'économie, c'est

⁵⁷ Brown Peter C., Roediger Henry L. Mc Daniel Mark A., *op. cit.*, p. 215.

pourquoi les numéros de téléphone sont présentés sous la forme de cinq fois deux chiffres plutôt que de dix chiffres. On peut s'appuyer sur les sonorités, revoir la disposition des mots dans l'espace ou les accrocher mentalement sur des objets ou des étapes d'un trajet, se raconter une histoire, utiliser ses émotions, ses goûts ou ses souvenirs personnels, recourir à des situations amusantes... Les liens à la mémoire épisodique, les indices personnels, sont stables et rapides parce qu'ils sont régulièrement sollicités et émotionnellement forts. Éric Gaspar⁵⁸ insiste sur la prise de conscience des indices de récupération en mémoire sur lesquels on doit entraîner régulièrement les élèves.

Nous insistons sur la nécessité de sensibiliser aux différents types de leçons en fonction de la discipline, du sujet, du mode de restitution annoncé... L'apprentissage « par cœur » qu'on sollicite moins aujourd'hui est cependant indispensable, pour les formules, les poésies, les tables de multiplication... Ces automatismes vont libérer l'esprit de l'élève pour lui permettre de se consacrer à la réflexion et éviter la surcharge cognitive. On pourra aider les apprenants à repérer les moyens les plus efficaces pour eux de retenir les textes et formules à l'identique. Apprendre à répondre à des questions sur une leçon d'histoire, de géographie, de biologie, d'économie... est d'un autre ordre. On utilisera pour cela d'autres moyens, on construira un schéma, centré⁵⁹ ou non, on anticipera les questions possibles... Apprendre à résoudre un problème ou à refaire un exercice de grammaire demande encore une autre procédure, on refera les exercices du cours pour vérifier si on est capable de les réussir seul et si on commet une erreur, on en cherchera la source... Prendre le temps de préciser ce qui est essentiel à retenir, quel type de restitution est prévu, quels modes d'apprentissage sont les plus adaptés est indispensable au collège ; à partir de la seconde,

⁵⁸ Gaspar Éric, *Explose ton score au collège. Le cerveau et ses astuces... Réussir c'est facile!*, Paris, Belin, 2016.

⁵⁹ Schémas heuristiques, cartes conceptuelles, cartes d'organisation des idées (COI)...



on pourra compter de plus en plus sur l'expérience, le savoir-faire et le sens de l'initiative des lycéens. Ils deviendront autonomes progressivement si on les y a correctement préparés.

LE CHANGEMENT DE POSTURE DE L'ENSEIGNANT

La recherche nous apprend donc combien les apprentissages sont complexes, ardues et techniques. Il n'est pas concevable de laisser les élèves seuls, et démunis pour certains, face à cette tâche absolument essentielle à leur réussite. Plus question de considérer que le rôle de l'enseignant consiste à présenter les savoirs à acquérir et les savoir-faire à développer en comptant sur les ressources personnelles des élèves ou de leur famille. Le goût

d'apprendre est naturel et présent dès le plus jeune âge mais il ne perdure que si on l'encourage.

Les enseignants sont d'excellents répétiteurs pour leurs propres enfants à qui ils font découvrir les méthodes qui permettent de réussir dans notre système. Ils peuvent mettre ces compétences au service des élèves en difficulté, par exemple dans le dispositif « Devoirs faits ». En particulier auprès des enfants des milieux populaires dont les parents n'ont ni les moyens de payer des cours particuliers ni la possibilité d'accompagner le travail personnel. Initier les apprentissages, expliciter les procédures, programmer les réactivations constituent le cœur de notre métier, guider les élèves dans l'appropriation des connaissances et des savoir-faire relève de nos compétences. L'enseignant allie la maîtrise des contenus disciplinaires et les aptitudes pédagogiques : présenter des savoirs accessibles, élaborer des dispositifs qui permettent de se les approprier, guider les enfants dans le fonctionnement

invisible de leur cerveau pour leur apprendre à apprendre... Dylan Wiliam⁶⁰ « relève que de nombreux experts de l'éducation plaident pour que l'enseignant, dont le rôle traditionnel est celui d'un sage sur l'estrade, se transforme en guide accompagnateur. Il souligne le danger de cette caractérisation si elle est interprétée comme une exonération des responsabilités individuelles et collectives des enseignants quant aux acquisitions effectives des élèves ».

Les résultats aux évaluations internationales ainsi que les difficultés que rencontrent certains élèves nous encouragent à réfléchir au recrutement ainsi qu'à la formation pour permettre à chaque enseignant de développer ces compétences pour la réussite de tous les élèves. Les moyens efficaces d'apprendre, de développer leurs capacités et d'exprimer leur intelligence.

PISTES PÉDAGOGIQUES

- Expliquer la différence entre comprendre et apprendre.
 - Décomposer les différentes phases de l'acte de compréhension sur des exemples pris dans les matières.
 - Tenir compte du degré de maturation du cerveau et d'expertise des enfants pour calibrer les exercices.
 - Hiérarchiser et structurer les apports.
 - Donner la priorité aux tâches complexes interdisciplinaires, à l'apprentissage par stratégie et à l'effort d'élaboration.
 - Amener les élèves à réactiver les notions comprises le plus souvent possible sous diverses formes.
 - Amorcer les apprentissages en classe et enseigner explicitement les méthodes de mémorisation en fonction des types de leçons.
 - Sensibiliser aux indices de récupération et aux chemins d'accès lors de l'encodage.
 - Ne pas se contenter de dire « Apprenez le cours » mais préciser ce qui est attendu, ce que comporterait une évaluation sur cette leçon.
 - Ne jamais déclarer un élève définitivement inapte.
-

⁶⁰ OCDE, *Comment apprend-on ? La recherche au service de la pratique*, Paris, OCDE, 2010, p. 15.



LES FONCTIONS EXÉCUTIVES

L'attention, la mémorisation, la compréhension, la réflexion sont des fonctions supérieures mais ces activités mentales doivent être coordonnées et régulées, en

particulier pour mener à bien une tâche qui n'est pas automatisée. Ces fonctions exécutives sont essentielles, elles ne doivent pas être négligées.

Les fonctions qui permettent d'interagir avec l'environnement par les organes sensoriels et de programmer les réponses motrices sont les fonctions sensorimotrices⁶¹ et practomotrices⁶² dites de bas niveau. Les fonctions qui permettent d'organiser, de réguler et d'optimiser les traitements intellectuels sont dites de haut niveau. Les zones mises en jeu dans ces fonctions exécutives sont essentiellement localisées dans le cortex préfrontal, en interaction avec les autres aires cérébrales.

⁶¹ Fonctions liées à la perception et au décodage des perceptions.

⁶² Fonctions concernant les gestes et les mouvements.

LES FONCTIONS COGNITIVES EN INTERACTION

Les fonctions supérieures, transversales, intégratrices, coordonnent et gèrent l'ensemble des fonctions cognitives mises en jeu lors de l'exécution d'une tâche. Elles nous permettent de nous adapter à une nouvelle activité et à l'environnement. Olivier Pouhet compare leur rôle à celui du chef d'orchestre.

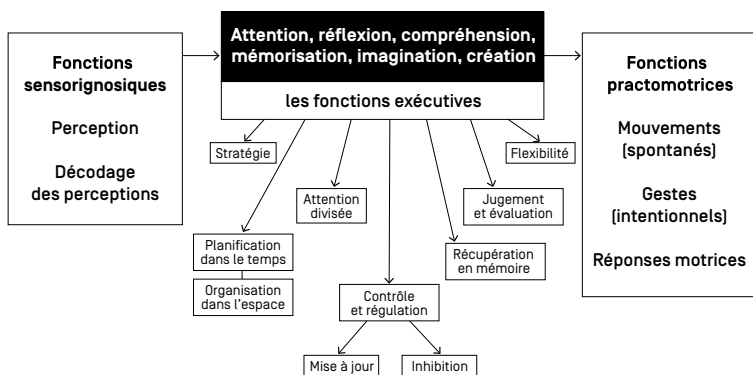
Le contrôle et la régulation de l'action nécessitent la mise à jour du contenu de l'information entrante afin de rafraîchir

la mémoire de travail en fonction de l'objectif poursuivi. La capacité d'inhibition bloque les actions inappropriées et résiste aux interférences causées par des informations non pertinentes. Ce qui suppose une évaluation constante de la progression de l'action, un jugement porté sur son degré de réussite et donc sur ce qu'il convient de poursuivre ou de modifier.

La flexibilité mentale définit la capacité de changer de tâche ou de stratégie, à passer d'une opération cognitive à l'autre. C'est ce qui va permettre à l'adulte de mener plusieurs tâches en parallèle, de partager son attention en passant très rapidement de l'une à l'autre, en accordant à chacune exactement le temps nécessaire au bon moment et en calibrant l'échantillonnage requis, c'est-à-dire le rythme auquel il faut y revenir en fonction de la complexité et de la vitesse d'évolution de la situation. Une grande flexibilité mentale donne l'illusion de la double tâche à celui qui le vit comme à celui qui l'observe.



LES FONCTIONS COGNITIVES



© Nicole Bouin

La planification consiste à évaluer la durée de chacune des étapes intermédiaires, à décider de l'ordre dans lequel on va les aborder pour aller au bout de la tâche globale. « Il s'agit de la capacité à organiser une série d'actions en une séquence optimale visant à atteindre un but⁶³. » L'organisation prend en compte l'aménagement de l'espace, le matériel nécessaire.

⁶³ Extrait de la brochure en ligne du Centre de réadaptation fonctionnelle neurologique ambulatoire (CRFNA), « Comprendre les fonctions exécutives » : <https://lc.cx/prE8>

**MODE MENTAL
AUTOMATIQUE
VERSUS
MODE MENTAL
ADAPTATIF**

Lorsqu'une situation se répète fréquemment, elle devient routinière, un signal entraîne la sélection d'un schéma d'action, une sorte de pilotage automatique peu coûteux en attention, réflexion, et gestion par les fonctions exécutives. Par contre, une situation nouvelle nécessite une réponse contrôlée par le système attentionnel de supervision. Nous proposons de faire découvrir ces deux voies d'action aux élèves à travers des exercices

dans nos disciplines. Dans quel cas puis-je enclencher le pilotage automatique ? Dans quel cas dois-je garder les commandes et me concentrer ? Quels indices m'indiquent que je suis dans une situation habituelle que je sais traiter par automatisme ou au contraire que je suis face à une situation nouvelle, une exception, un cas particulier qui requiert toute mon attention ?

Le mode mental automatique, en grande partie localisé dans le système limbique, gère les procédures habituelles, simples, connues et maîtrisées. Une fois le schéma d'action choisi et la procédure mentale engagée, on persévère dans ce sens sans vraiment se poser de question, on simplifie, on est dans le confort de la certitude parce qu'on remet peu en doute cette opérationnalisation fondée sur des expériences antérieures répétées et réussies. Ce mode opératoire est parfait pour traiter ces situations, il est économique en temps et le coût cognitif est faible. Par contre, il va se solder par un échec si la situation nécessitait un traitement adaptatif spécifique.

Le mode mental adaptatif, en grande partie localisé dans le cortex préfrontal, gère les situations nouvelles et/ou complexes, non maîtrisées. Il demande de la créativité, de la souplesse, des nuances, des essais erreurs, on est dans l'incertitude et la réflexion, à la



recherche d'une démarche personnelle non formatée, ce qui est coûteux en temps et en termes de charge cognitive.

De nombreux théoriciens évoquent des oppositions de ce type, même si elles ne sont pas exactement superposables: assimilation et accommodation chez Piaget, motivation de sécurisation ou d'innovation chez Daniel Favre⁶⁴, dogmatisme et non dogmatisme chez Serge Boimare⁶⁵, système heuristique et système algorithmique chez Olivier Houdé⁶⁶. Daniel Kahneman⁶⁷ parle du système 1, émotif, intuitif et rapide qui « se fonde sur notre sensibilité et notre mémoire pour prendre la mesure d'une situation en un clin d'œil » et du système 2, contrôlé et lent basé sur l'analyse consciente et raisonnée. Jacques Fradin⁶⁸ évoque le mode « créature », pour l'état de nature que nous partageons avec les animaux et qui nous pousse à agir instinctivement et le mode « créateur » pour les fonctions supérieures propres à l'homme qui correspondent aux activités réfléchies.

Pour l'enseignant, la principale difficulté consiste à aider les élèves à repérer les signaux qui vont leur permettre de choisir le mode adapté à la situation qu'ils rencontrent, soit en amont, soit au cours de l'exercice. En effet, dans certains cas, nous croyons avoir affaire à une situation de routine et, en cours de tâche, nous sentons qu'il faut inhiber cet automatisme pour activer un traitement particulier.

⁶⁴ Favre Daniel, *Cessons de démotiver les élèves. 19 clés pour favoriser l'apprentissage*, Paris, Dunod, 2^e édition, 2015.

⁶⁵ Boimare Serge, *Ces enfants empêchés de penser*, Paris, Dunod, 2008.

⁶⁶ Houdé Olivier, *Apprendre à résister*, Paris, Le Pommier, coll. « Manifestes », 2014.

⁶⁷ Kahneman Daniel, *Système 1, système 2. Les deux vitesses de la pensée*, Paris, Flammarion, 2011 : <https://lc.cx/p89o>

⁶⁸ Fradin Jacques, *L'Intelligence du stress*, Paris, Eyrolles, 2008.

Parfois, nous abordons spontanément une tâche en mode automatique et une sensation de gêne, voire de stress, nous alerte sur la nécessité de passer du mode intuitif au mode réfléchi. Les fonctions exécutives repèrent et signalent la non congruence entre ce que l'on fait habituellement et ce qu'il convient de faire dans le cas présent. Des psychopédagogues comme Olivier Houdé⁶⁹ mettent l'accent sur l'inhibition et proposent

d'entraîner systématiquement les élèves à bloquer une réponse automatique non pertinente dans certaines circonstances. Lors de l'apprentissage des fractions par exemple, l'élève va avoir tendance à dire qu'un tiers est plus grand qu'un demi parce qu'il a pris l'habitude de considérer que 3 est plus grand que 2. Il va devoir s'entraîner à repérer que, dans ce cas, c'est l'inverse, pour cela on peut l'aider à construire des images mentales comme celle de la pizza coupée en parts. Lorsqu'on écrit « Il les mange », on applique parfois mécaniquement la règle du pluriel après « les ». Il faut amener les élèves à faire la différence entre « les » devant le verbe et « les » devant le nom. Ils sont habitués à accorder le participe passé avec le sujet ou le nom auquel il se rapporte et ils ont du mal à inhiber ce réflexe pour chercher un COD avant le verbe quand ce participe passé est conjugué avec l'auxiliaire « avoir ».

Des recherches récentes⁷⁰ ont montré que, contrairement à ce qu'on pouvait imaginer, même les experts doivent inhiber les réponses intuitives erronées, ils le font simplement plus rapidement que les

⁶⁹ Houdé Olivier, *Apprendre à résister*, op.cit.

⁷⁰ Allaire-Duquette Geneviève, Bélanger Marc, Masson Steve, « Le rôle de l'imagerie cérébrale pour comprendre les difficultés associées à l'apprentissage de concepts contre-intuitifs en sciences », ANAE, n° 134, mars 2015, p. 47 à 53.

non experts. Steve Masson⁷¹ plaide pour un entraînement systématique dès le plus jeune âge avec des jeux de type *stop and go* comme « Jacques a dit » dès l'école maternelle. D'autres activités ludiques, sur ordinateur par exemple, seront plus adaptées pour des adolescents.

FLEXIBILITÉ ET FLUIDITÉ

Passer d'une tâche à l'autre, d'un mode de pensée à l'autre, de l'analyse à la synthèse... La flexibilité mentale aussi se travaille et l'enseignant a tout intérêt à expliciter ces transitions pour que les élèves en prennent conscience et s'habituent à recourir à ces changements d'échelle, de focalisation. L'alternance des points de vue est aussi souvent utile. Certains pédagogues utilisent l'image de la fourmi et de l'aigle⁷² : le regard de la fourmi qui voit juste ce qui est devant elle et le regard de l'aigle qui voit un ensemble de haut. Passer de l'un à l'autre représente une gymnastique mentale exigeante, demande une prise de conscience de la nature de l'opération et un entraînement. On imagine bien une initiation à l'école primaire à partir de l'observation d'un objet au sol, mieux encore de plusieurs objets, à quatre pattes devant puis de haut en montant sur la chaise. De près, on voit les détails mais pas la disposition de l'ensemble des objets par exemple. On peut reprendre l'exercice avec la frise chronologique au mur ou la carte : le nez dessus, je vois ce qui est écrit en petit ;

⁷¹ Deshaies Isabelle, Miron Jean-Marie, Masson Steve, « Comprendre le cerveau des élèves pour mieux les préparer aux apprentissages en arithmétique dès le préscolaire », ANAE, n° 134, mars 2015, p. 41 à 43.

⁷² On pourra se reporter à Armelle Géninet, *Faites-les réussir en maths. De l'école à l'entrée au lycée*, 2^e édition, Lyon, Chronique sociale, 2017.

en reculant de quelques pas, je vois plus largement les évolutions et les faits marquants...

Des chercheurs ont montré que ces fonctions cognitives se développent jusqu'à 15 ans et ils précisent que, jusqu'à 11 ans, l'inhibition et la flexibilité mentale ne sont pas clairement dissociées. «Ainsi, dans une tâche qui requiert de passer d'une consigne à une autre et donc de mobiliser ses capacités de flexibilité mentale, les enfants les plus jeunes solliciteront des mécanismes assez généraux pour arrêter la tâche en cours, éviter de persévérer sur l'ancienne consigne et réengager leur attention dans un autre exercice. Ces stratégies sont plus coûteuses, plus longues et moins précises ou efficaces que celles des adolescents qui seront capables de mobiliser directement leurs capacités de flexibilité mentale pour s'adapter rapidement à la situation⁷³. » Les enfants ne sont pas des adultes en miniature, l'évolution de leur cerveau n'est pas terminée et leur fonctionnement dépend du stade de maturation cérébrale qu'ils ont atteint. Aussi faut-il éviter d'évaluer le temps dont ils ont besoin pour traiter les exercices proposés à partir de nos propres compétences.

PISTES PÉDAGOGIQUES

- S'appuyer sur des exercices ludiques pour amener les élèves à prendre conscience de ce qu'est l'inhibition, la flexibilité, la planification, l'attention partagée.
 - Entraîner les élèves à repérer les situations qui autorisent un pilotage automatique et celles qui nécessitent la mobilisation de toutes les fonctions exécutives conscientes.
 - Apprendre aux élèves à faire confiance à leurs intuitions tout en restant conscients des biais et des risques d'erreurs.
 - Aider les élèves à repérer les indices qui doivent les amener à passer d'un mode intuitif à un mode réfléchi.
 - Développer dès le plus jeune âge les capacités d'inhibition par des jeux et exercices adaptés.
 - Vérifier que les exercices proposés n'excèdent pas les capacités des élèves auxquels ils sont destinés.
-

⁷³ Eustache Francis, Guillery-Girard Bérengère, *op. cit.*, p. 41 à 43.



NEUROÉDUCATION ET COMPORTEMENTS

Comme nous l'avons vu précédemment, le fonctionnement cérébral des enfants et des adolescents dépend du stade du développement cognitif qu'ils ont atteint. Leurs actes, leurs attitudes, qui peuvent parfois être jugés comme volontairement provocateurs, résultent souvent de lois biologiques.



LE HIATUS ADOLESCENT

L'immaturation du cortex préfrontal des adolescents joue sans doute un rôle crucial dans l'instabilité de leur comportement et leur cerveau est parfois comparé à un chantier. « L'adolescence cérébrale dure plus longtemps qu'on ne le croyait jusqu'à récemment⁷⁴ ». En effet, si le poids du cerveau d'un enfant de 12 ans est à peu près celui du cerveau adulte, il continue à grandir et à se myéliniser de l'arrière vers l'avant jusqu'à

l'âge adulte (entre 20 et 30 ans). Les substances grises et blanches subissent d'importantes modifications structurales bien après la puberté et une deuxième vague de synaptogénèse et d'élagage déferle à la fin de l'adolescence, affectant en particulier les fonctions mentales exécutives évoquées dans le chapitre précédent. À ce stade, ce n'est pas le nombre de cellules neurales qui est en cause, mais le nombre de synapses qui relient les neurones qui évolue notablement. Le stade d'évolution du striatum ventral droit qui régule le système de récompense peut par exemple expliquer les comportements risqués adoptés par les adolescents lorsqu'ils sont immédiatement gratifiants. La glande pinéale produisant la mélatonine, l'hormone du sommeil, semble déclencher la sécrétion plus tard dans la journée que chez les enfants ou les adultes, d'où probablement le rythme décalé des adolescents qui s'endorment tard et n'arrivent pas à se lever le matin. Si on adaptait les rythmes scolaires à leurs besoins, les cours auraient lieu de 10 à 13 h 30 et de 17 à 19 h 30 dans les lycées. Les hormones sexuelles agissent sur le centre émotionnel du cerveau, influencent l'émission de sérotonine et d'autres neurotransmetteurs, régulant

⁷⁴ OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, op. cit., p. 50.



l'humeur, ce qui expliquerait les prises de risques, en particulier en groupe. Les parties du cerveau responsables de la recherche de sensations fortes sont particulièrement actives durant la puberté alors que celles qui contrôlent l'exercice du jugement sont encore en cours de maturation. Ce hiatus contribuerait à expliquer les comportements qui nous paraissent souvent irresponsables, voire invraisemblables. « Cela revient à confier une voiture en marche à quelqu'un qui n'a pas le permis⁷⁵ », commente Claudia Wallis. Ces constats sur les bases neuronales de l'immatrité des capacités décisionnelles des adolescents donnent à réfléchir sur l'orientation précoce et ses conséquences pour la construction des parcours de vie.

« Les théories de l'apprentissage chez les adolescents expliquent que ceux-ci cherchent à exercer un contrôle sur eux-mêmes et leur environnement, c'est un corollaire de la formation identitaire, c'est-à-dire de la prise de conscience de qui ils sont, de la façon dont ils sont perçus (et veulent être perçus) par les autres⁷⁶. » Or, on sait que l'identité est un facteur capital de la motivation et que la quête d'autonomie de l'adolescent explique bien des oppositions aux consignes et des résistances aux apprentissages. C'est pourquoi il est pédagogiquement pertinent de proposer des choix aux adolescents, d'exercices, de modes d'évaluation, de lectures... chaque fois que c'est possible.

⁷⁵ Wallis Claudia et al., « Les adolescents : les secrets de leur cerveau (et de leur comportement) », *Courrier international*, n° 717, juil.-août 2004, p. 28-33.

⁷⁶ OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, op. cit., p. 212.

**LES TROIS
SYSTÈMES
DE MOTIVATION,
L'ÉCHEC
ET LA VIOLENCE**

Daniel Favre⁷⁷ explique que l'enfant qui naît est naturellement dans le système de motivation de sécurisation, extrêmement dépendant de ses parents et de son environnement qui lui permettent de satisfaire ses besoins physiologiques de base. Il fonctionne essentiellement en référence externe et c'est l'adulte qui régule les renforcements positifs ou négatifs. Il a alors besoin de répéter des tâches maîtrisées, de retrouver des situa-

tions et des lieux connus, de fonctionner dans un cadre défini par des règles. Très autocentré, le petit enfant n'imagine pas que les autres puissent penser autrement que lui et il ne relativise donc pas ses croyances, il est dans la pensée dogmatique. Il existe dans la vie des adultes des traces plus ou moins importantes de ce système de fonctionnement initial. Nous nous installons par exemple régulièrement au même endroit dans un lieu public, nous avons besoin de rituels dans notre travail et notre vie personnelle pour nous rassurer, nous restons parfois dogmatiques dans le débat...

Très rapidement dans la vie du bébé, et de plus en plus au fur et à mesure de l'évolution de l'enfant, va intervenir le système de motivation d'innovation qui autorise progressivement l'accès à l'indépendance et à la responsabilité. L'individu fonctionne alors en référence interne, il surmonte des difficultés, fait preuve de créativité et devient capable d'innover. Il relativise ses positions et prend en compte celles d'autrui, il accède donc à la pensée non dogmatique et se transforme au contact des autres. L'intérêt des rituels scolaires est bien de nourrir à la fois la motivation de

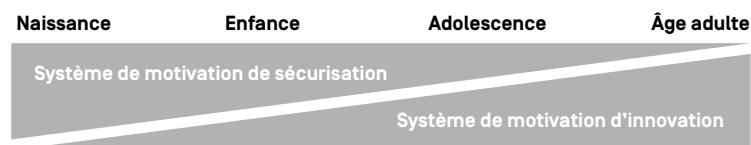
⁷⁷ Favre Daniel, *Transformer la violence des élèves*, Paris, Dunod, 2007.



sécurisation, car il y a répétition, et la motivation d'innovation, puisqu'on y introduit des variations.

On pourrait dire que si le système de motivation de sécurisation est très dominant à la naissance et s'atténue peu à peu, si le système de motivation d'innovation apparaît dès la petite enfance et se développe peu à peu, l'adolescence est le moment où la bascule entre les deux se produit, normalement.

LES SYSTÈMES DE SÉCURISATION ET D'INNOVATION AU COURS DE LA VIE



© Nicole Bouin, d'après le schéma de Daniel Favre dans son ouvrage *Cessons de démotiver les élèves. 19 clés pour favoriser l'apprentissage*, Dunod, 2^e édition, sept. 2015, p. 40.

Malheureusement, certains sont dans ce que le neurobiologiste appelle un système de motivation parasitée, une dépendance excessive, de l'ordre de l'addiction, qui bloque les apprentissages et donne lieu à des comportements problématiques. Le plaisir est alors associé à la recherche et au maintien d'une forme de dépendance. Le sujet est conditionné par des programmes étrangers, acquis principalement durant l'enfance : les jugements portés par les parents ou les enseignants sont adoptés sans résistance, intériorisés (« Tu es nul », « Tu es bête », « Tu n'arriveras jamais à rien »). Ces jugements entraînent la répétition d'actes de pensée limitant le développement de l'autonomie et la prise de responsabilités. La recherche de conformité, de répétitions rassurantes éloigne du plaisir naturel d'apprendre pour soi et de remettre en cause ses certitudes pour acquérir de nouveaux savoirs. C'est le mode de

l'individualisme et de l'irresponsabilité, du « toujours plus, tout de suite, pour soi ».

Ce mode de fonctionnement entraîne souvent la violence. L'enfant qui a été frustré ou gavé de motivation de sécurisation va trouver son plaisir dans une dépendance à certains produits, comportements, personnes ou situations. Il n'accède pas ou peu aux satisfactions perçues en motivation d'innovation et prolonge l'enfance, prisonnier de conduites répétitives, voire compulsives. La violence est une de ces drogues sans produit, on parle de toxicomanie endogène ou d'addiction sans drogue, il y a dépendance à la violence, au sens large du terme. La violence, le plus souvent verbale, relève du besoin acquis, conscient ou non, de « rendre les autres faibles, impuissants et inconfortables pour se sentir soi-même fort, puissant et confortable ». Ces jeunes sont souvent en échec scolaire, ils ne parviennent pas à mobiliser leurs ressources intellectuelles ni à se valoriser par leurs résultats ; la première fois qu'ils attaquent quelqu'un qui ne se défend pas, ils se sentent importants, ils découvrent qu'ils peuvent prendre du pouvoir sur l'autre, ils éprouvent des satisfactions qu'ils vont désormais chercher à retrouver régulièrement. S'ils maîtrisent mal la langue, ils recourent aussi davantage à la violence pour s'exprimer. Ils affrontent volontiers les enseignants pour fuir les situations nouvelles qui demandent une adaptation et leur font redouter l'échec. Ils ont besoin de *statu quo* pour se rassurer, ils sont dans le « toujours plus du même », l'inverse de l'apprentissage.



LE CHIEN DE GARDE

Dans *Transformer la violence des élèves*, Daniel Favre montre bien comment on peut les inciter à l'autocontrôle. Les comportements associés à notre survie, comme la préservation de notre intégrité personnelle, peuvent nous amener à manifester des pulsions agressives. Les contraintes de la forme scolaire, les attitudes des camarades de classe, les exigences des enseignants sont parfois ressenties comme des violences par

certains élèves qui y répondent alors par l'agressivité. Nous savons tous que confisquer son téléphone portable à un élève va provoquer une réaction irrationnelle, comme si nous l'amputions d'une partie de lui-même. À nous de leur apprendre que ces pulsions biologiques vitales qui permettent à l'homme de survivre en milieu hostile peuvent être contrôlées quand notre vie n'est pas en danger. « Cette réponse hypothalamique automatique relève de circuits nerveux dont le câblage est d'origine génétique et sur lequel l'éducation a très peu de prise. C'est une réponse primaire, peu différente d'un individu à l'autre au sein d'une même espèce, et qui se manifeste tôt, par exemple lorsque des enfants se battent entre eux. Mais plus l'enfant grandit, plus sa réponse hypothalamique va dépendre de systèmes sophistiqués d'interprétation de la réalité. [...] Au-delà de l'organisation primaire de la réponse agressive par l'hypothalamus, interviennent d'autres structures nerveuses qui installent un premier filtre cognitif et émotionnel entre la perception des événements et la réponse hypothalamique. Ces structures nerveuses sont le cortex temporal, l'archéocortex (noyaux de l'hippocampe), indispensable pour reconnaître, mémoriser et analyser les

perceptions⁷⁸... ». La perception d'un danger déclenche une réponse violente, comme on lâcherait un chien de garde sur un agresseur. Les lobes frontaux constituent le maître du chien de garde, ils peuvent inhiber le fonctionnement du cerveau affectif et émotionnel et permettre de contrôler l'impulsivité. Il s'agit donc de les entraîner à introduire, entre ce qu'ils ressentent comme une agression et le passage à l'acte immédiat, une étape d'évaluation rationnelle de la situation, et de décision raisonnable. Une fois de plus, nous constatons qu'expliquer aux élèves le fonctionnement de leur cerveau, les amener à analyser leurs réactions, à nommer leurs émotions, à contrôler leurs réactions, est le meilleur moyen de les inciter à évoluer positivement et, en l'occurrence, à vivre des relations sociales plus harmonieuses.

Une anecdote permet d'illustrer ce propos. Dans un lycée professionnel industriel, une classe de BEP est composée d'élèves de chaudronnerie et d'élèves de la filière du bois. Les chaudrons et les boíteux, comme ils s'appellent eux-mêmes, sont regroupés en enseignement général pour apprendre à vivre ensemble. En effet, ils s'entendent mal, arrivent en cours en se bousculant bruyamment dans l'encadrement de la porte, ils règlent les contentieux liés au match qui vient d'avoir lieu en EPS, convoitent les mêmes places, les moins exposées au regard du professeur, celles qui leur permettent de se retrouver entre copains en travaux de groupes. Ils se donnent des coups d'épaule, se lancent des regards assassins, s'invectivent, se cherchent. Un jour étonnamment calme, il manque la moitié des élèves, partis en séjour d'intégration en eaux vives selon les « boíteux » qui disent sans détour leur plaisir de se retrouver sans les « chaudrons », qui peuvent bien « rouiller dans leur mare ou se noyer », ils ne les pleureront pas. Nous les interrogeons sur la source d'une telle inimitié, nous essayons de leur faire prendre

⁷⁸ Favre Daniel, « Éduquer l'agressivité... de toute urgence », *Les Cahiers pédagogiques*, n° 527, fév. 2016, p. 42-44.



conscience du ridicule de la situation, mais nous n'obtenons que des réponses stéréotypées et stériles du type : « Ils sont pas comme nous », « C'est eux qu'ont commencé! », « C'est tous des c..., y'a rien à en tirer. » Nous nous proposons alors de leur expliquer les théories de Daniel Favre puisque nous ne pouvons pas avancer le cours en l'absence de la moitié des élèves. D'abord prudents, puis franchement intéressés, ils écoutent, questionnent, reformulent, analysent, très fiers d'avoir eu accès à une théorie d'intello, d'avoir « tout compris ce qu'il dit, le gus qu'a écrit un livre ». La semaine suivante, nous retrouvons l'effectif au complet et les bousculades habituelles, une altercation violente éclate entre un chaudron et un boiteux. C'est alors qu'un élève sur lequel un autre vient de cracher dit calmement : « Toi, tu ferais bien d'apprendre à tenir ton chien de garde ! » Silence total dans la salle. Le moment de stupéfaction passé, nous demandons aux boiteux d'expliquer aux chaudrons la théorie exposée la semaine précédente et, pour une fois, ils ont quelque chose de constructif à échanger.

Cela signifie aussi que l'enseignant doit veiller à limiter tout ce qui peut entraîner des peurs, des frustrations inutiles, l'humiliation, l'insécurité et développer au contraire les liens interpersonnels, la capacité à verbaliser, conscientiser et analyser les situations vécues. C'est la raison pour laquelle on conseille aux enseignants confrontés à des classes difficiles d'accueillir leurs élèves à la porte en les appelant par leur prénom et en échangeant quelques mots avec eux pour créer un climat de confiance. Certaines frustrations sont inévitables et il faut entraîner les élèves à les supporter, par le discours interne par exemple, ou le détournement d'attention. Le professeur pourra expliquer : « Quand par moments je m'ennuie trop, quand une situation est trop inconfortable pour moi, je pense quelques secondes à une satisfaction qui m'attend dans les heures qui viennent et cela m'aide à tenir. Quand quelqu'un m'énerve et que j'ai envie de l'agresser, je me dis dans ma tête ce que j'aimerais

lui dire à voix haute... Je vous invite à trouver, chacun pour vous, les meilleurs moyens de gérer efficacement ces situations comme des adultes.» Ils réalisent que les adultes aussi éprouvent ces sentiments mais qu'ils ont appris à les gérer, ils découvrent le plaisir et la fierté qu'on ressent lorsqu'on sait se contrôler.

L'EMPÊCHEMENT DE PENSER

Il est rassurant de constater que les champs de la neurobiologie et de la psychopédagogie arrivent aux mêmes conclusions à partir d'approches différentes. À l'instar des disciplines scolaires qui offrent des points de vue différents sur une même réalité pour mieux la cerner. Sciences « dures » et sciences humaines sont amenées à trouver un langage commun pour rendre compte d'une réalité extrêmement complexe.

« Les sciences de l'apprentissage, parmi lesquelles figurent la neurosciences cognitive, les sciences cognitives, la médecine et l'éducation, sont en règle générale sur le point de passer de l'interdisciplinarité à la transdisciplinarité et de se transformer en une nouvelle science de l'apprentissage⁷⁹. »

Serge Boimare⁸⁰ fait en effet le même constat que Daniel Favre sur les élèves en grande difficulté. « Ils arrivent à l'école sans avoir acquis les compétences psychiques qui leur permettraient de bénéficier des enseignements fondamentaux, ce qui les déstabilise et fait remonter des peurs archaïques et des angoisses dont ils se protègent par un comportement de défense contre les savoirs, un

⁷⁹ OCDE, *Comprendre le cerveau : vers une nouvelle science de l'apprentissage*, OCDE, 2002, p. 101.

⁸⁰ Boimare Serge, *L'Enfant et la Peur d'apprendre*, Dunod, Paris, 2005 ; Boimare Serge, *Ces enfants empêchés de penser*, op. cit.



empêchement de penser. Ils sont phobiques du temps de suspension où on doit affronter le doute, l'incertitude pour apprendre. On pourrait parler d'un court-circuit de la pensée. » En effet, apprendre suppose la capacité à supporter des moments de déstabilisation cognitive. Lorsqu'on se trouve dans une situation à laquelle on ne peut faire face avec les acquis cognitifs dont nous disposons, il faut accepter de ne pas savoir, de ne pas pouvoir résoudre le problème, d'être démuné, reconnaître que ce que nous pensions maîtriser n'est pas suffisant pour réussir, le temps d'acquérir de nouvelles ressources pour surmonter l'obstacle. On peut illustrer cette théorie par l'apprentissage de la marche par le petit enfant : il y a un moment où, un pied décollé du sol, il se retrouve en équilibre précaire sur une seule jambe, le temps de reposer ce pied devant l'autre et de retrouver sa stabilité. Un moment de vulnérabilité que l'on retrouve dans les apprentissages scolaires et qui fait revivre à certains enfants un syndrome d'abandon susceptible de provoquer des réactions violentes, de l'amener à recourir à toutes sortes de stratégies pour échapper au temps de suspension indispensable aux apprentissages.

Ces jeunes, souvent en échec au collège, se repèrent à trois caractéristiques principales. Ils passent le relais au corps qui manifeste le malaise : agitation, attitude de retrait, endormissements, troubles psychosomatiques, crampes, maux de tête, de ventre, passages fréquents à l'infirmerie... Cela peut aller, exceptionnellement, jusqu'à des comportements déviants, propos obscènes, attouchements, masturbation en cours. Ils ont ce qu'on peut appeler un langage très spontané, ils n'accèdent pas à l'argumentation car ils ne s'appuient pas sur la parole de l'autre pour exprimer leur point de vue et construire leur discours. Ils ne parviennent pas à enchaîner deux arguments de suite, à trouver des exemples ajustés. Enfin, on observe couramment une curiosité proche des préoccupations infantiles sexuelles car ils ne « subliment » pas

et on retrouve chez eux des réactions archaïques : mégalomanie, sadisme, voyeurismes, insultes banalisées pour donner de la force à leurs propos. On constate aussi un recours précoce et important à la pornographie, une mise en danger psychique et physique, une transgression systématique des interdits.

Parmi ces jeunes, Serge Boimare distingue plusieurs degrés de non adaptation à la forme scolaire. Le conformisme de pensée les amène à vouloir refaire ce qu'ils savent déjà faire, inlassablement, ils fuient la créativité et les exercices nécessitant la prise de risque : poser des hypothèses, chercher par essais-erreurs, rédiger, réfléchir... Cela peut aller jusqu'à une inhibition de la pensée et à des résultats très inquiétants aux tests psychotechniques comme le WISC⁸¹. D'autres sont des adeptes de l'association immédiate, ils réagissent très vite à partir d'une image, d'un mot, ils paraissent vifs et n'arrivent pas à se poser pour réfléchir. Ils bougent tout le temps, inventent la fin des mots, des phrases, imaginent le sens d'un texte à partir de quelques indices, ils parlent beaucoup, lèvent la main avant qu'on ait fini de poser la question. Ils montrent une curiosité primaire et paraissent hyperactifs, ce sont des zappeurs. Toute cette agitation leur permet d'éviter de se retrouver face à eux-mêmes. Dans des cas plus difficiles encore, on rencontre une rigidité mentale, souvent des grands garçons qui pensent qu'entrer dans les savoirs risque de les vulnérabiliser, de les féminiser et de les dévaloriser. Ils refusent de se déshabiller, au sens propre comme au sens figuré, ils gardent leur blouson, leur casquette, ils ne mettent pas de mots sur leur ressenti, ils s'enferment dans des carapaces. Ils mettent en cause l'enseignement et les professeurs qui menacent un équilibre précaire, construit artificiellement, ils font groupe dans l'opposition, la dévalorisation du savoir. Ils parlent souvent d'injustice et nourrissent des fantasmes de persécution

⁸¹ Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) : l'un des principaux tests utilisés en France pour l'évaluation des capacités intellectuelles des enfants d'âge scolaire.



dans lesquels ils entraînent parfois leurs parents. Ils attaquent le cadre systématiquement et inventent toutes sortes de justifications délirantes. Ils sont peu nombreux dans une classe mais pèsent lourd sur l'ambiance et le contrat didactique.

Le psychopédagogue propose, pour des collèges Rep+ en particulier, mais aussi dans des milieux plus favorisés, le nourrissage culturel ritualisé. « Quand on sert les besoins fondamentaux, on aide tout le monde, grâce aux mauvais élèves on améliore l'école », dit Serge Boimare, en visite dans un collège de Saint-Étienne qui met en œuvre sa démarche et le reçoit en 2016 pour une journée d'analyse des pratiques. Le nourrissage culturel fournit à ces élèves des représentations qui les aident à affronter les peurs que suscitent chez eux les apprentissages. La lecture de textes fondateurs, contes et légendes, mythologies, romans initiatiques, certains textes religieux, permet d'enrichir, de sécuriser, d'ajouter des évocations à leur imagier mental. Ces récits leur parlent des inquiétudes qu'ils ressentent sans pouvoir les nommer, les mettent en relation avec leur dimension intérieure, produisent en quelque sorte une auto-réparation des troubles psychiques qui les empêchent de penser. Dans l'idéal, le psychopédagogue prévoit une séance quotidienne d'une heure environ : une lecture d'une dizaine de minutes faite par un enseignant et suivie d'un échange de 20 à 25 minutes : résumé oral, jeu de scénettes, reformulation, argumentation sur un thème lié à la situation. Le dernier quart d'heure est réservé au passage à l'écriture individuelle. Cette pratique développe les capacités de décentration et d'intériorisation, la construction des représentations, et, sur un plan plus directement scolaire, les capacités d'expression orale et écrite, d'argumentation et de réflexion, la culture générale. Tous les professeurs peuvent lutter contre ce que Serge Boimare appelle la pensée dogmatique à travers leur enseignement disciplinaire et dans les échanges avec les élèves. Ils entraînent les jeunes à repérer la pensée dogmatique : verbes au présent pour

affirmer une pensée qui n'admet pas la nuance ou la contradiction, généralisations abusives, jugements définitifs, sélection des faits confirmant des *a priori*, disparition du « je » remplacé par un « on » dissolvant les sources et les responsabilités. L'implicite y prend une place importante car le locuteur n'imagine pas que l'autre puisse penser autrement, il estime donc ne pas avoir besoin de préciser sa pensée. Les émotions personnelles sont occultées et projetées sur l'interlocuteur : « Ce prof, il m'aime pas. » Ensuite, les enseignants reprennent certains propos pour les reformuler ou demander aux jeunes de les préciser. Ils montrent par là que ces propos ne sont pas si évidents à comprendre pour qui ne partage pas l'opinion exprimée. Ils exigent des raisonnements construits à la première personne du singulier, des hypothèses, des arguments, ils attribuent aux assertions un caractère approximatif et provisoire. Ils incitent à l'emploi du conditionnel, à la recherche de contre-évidences, à la nuance, à la prise en compte de la subjectivité de l'interlocuteur. Ainsi, ils aident les élèves à passer peu à peu d'une pensée rigide, non réfléchie, fermée au débat, à une pensée souple et évolutive dans la confrontation à l'autre. Un très bon exercice consiste à choisir un thème en relation avec le programme et à proposer à chaque débateur d'exposer son point de vue. Puis, chacun doit reformuler la thèse adverse. En fin de débat, les élèves sont amenés à dire ce qui les a intéressés dans les argumentations de leurs interlocuteurs, ce qu'ils en gardent et comment leur position peut s'en trouver modifiée. Beaucoup de jeunes préfèrent les échanges sur les réseaux sociaux aux interactions directes, peut-être parce qu'ils ne se sentent pas suffisamment réactifs et compétents dans la discussion en présence des interlocuteurs.



LA GÉNÉRATION C

On parle de génération C pour « communication, collaboration, connexion et créativité ». Les jeunes nés depuis 1995 passent leur temps sur les tablettes, les jeux en ligne, les réseaux sociaux. Il s'agit d'une génération qui a grandi avec la technologie numérique, qui vit autant avec les personnes virtuelles qu'avec des êtres en chair et en os. Connectés en permanence, ces jeunes ont acquis de nouvelles compétences et il peut être

intéressant de se demander comment adapter notre pédagogie à la génération mutante de *Petite Poucette*⁸². On observe que les pratiques numériques ont développé chez eux une capacité à faire des choix rapides, on parle de « génération zapping ». Ils ont une approche globale des documents qui vise à en extraire très rapidement les informations recherchées. Ce sont des aptitudes sur lesquelles on peut s'appuyer mais elles ont leur revers, des lacunes qu'il nous appartient de combler à l'école. Ils ont du mal à prendre connaissance des documents en détail et à mener une analyse fine des indices prélevés, ce qui constitue une source importante d'erreurs d'interprétation. Ils ont pris l'habitude de lire des textes courts sur écran et ils ont du mal à lire des textes longs sur papier. Ils sont d'ailleurs plus à l'aise avec l'espace, la simultanéité, qu'avec le temps, la chronologie, avec l'image qu'avec le texte. Notre société leur fournit des images à foison et ils rencontrent des difficultés à construire des évocations visuelles par eux-mêmes. Ils vivent dans l'interaction en permanence et ont perdu l'habitude de rester en silence à ne rien faire, à laisser vagabonder leurs pensées.

⁸² Serres Michel, *Petite Poucette*, Le Pommier, coll. « Manifestes », 2012. L'auteur y décrit les enfants habitués dès leur plus jeune âge à utiliser leurs pouces pour envoyer des textos.

Que retirer d'un portrait aussi caricatural et superficiel par souci de concision ? Que nous avons intérêt à proposer des activités pédagogiques qui les obligent à lire complètement les textes jusqu'à les comprendre vraiment. Par exemple, en posant des questions qui ne reprennent pas les termes exacts du texte mais des synonymes pour qu'ils ne puissent pas répondre en se contentant de repérer ce qui est écrit autour du mot qu'ils trouvent dans la question. On peut aussi leur proposer des activités qui les obligent à consacrer du temps au décryptage de l'image. Avec les plus jeunes, on pense au jeu des sept erreurs, à des planches d' « Où est Charlie », à des devinettes sur les images d'Épinal ou à des dessins de Dudolf⁸³. Pour les lycéens, on peut utiliser des images enchevêtrées comme celles du test de Poppelreuter ou le test des quinze objets de Pillon. Tous ces exercices peuvent d'ailleurs être utilisés comme rituels d'entrée en cours. On les incitera aussi utilement à construire une image du sujet que l'on va traiter dans le cours, par exemple à voir dans leur tête l'image d'un cylindre : on imagine d'abord un rectangle qu'on coupe d'une médiane, puis les deux parties de la figure en rotation autour de la médiane... Le cylindre apparaît et ils commencent à faire exister dans leur tête les notions que le cours va explorer.

Enfin, il faudrait multiplier les occasions de les amener à développer le discours interne, à se parler consciemment dans leur tête, pour faire passer les éléments de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme, pour réfléchir, construire des raisonnements, stabiliser des notions, manipuler des concepts et dégager des modèles qui favorisent les transferts.

⁸³ On trouve facilement sur Internet des dessins de Martin Handford, auteur des albums de la série « Où est Charlie ? » ou des dessins de l'artiste hongrois Gergely Dudás, alias Dudolf, ou des devinettes d'Épinal.



LA MÉDITATION DE PLEINE CONSCIENCE

Toutes les recherches menées sur le sujet ont mis en évidence les effets de la méditation sur les pensées, les émotions et le cerveau⁸⁴. La pratique de la méditation, dès 20 minutes par jour pendant un mois, augmente la myélinisation, améliore les connexions cérébrales, entraîne une meilleure régulation du réseau par défaut qui semble dysfonctionner en cas de trouble déficitaire de l'attention. La pratique de la méditation induit une

augmentation des capacités d'attention et d'inhibition. Avec une pratique régulière, l'amygdale, région associée à l'anxiété ou à la peur, rétrécit et le cortex préfrontal, lieu des fonctions de haut niveau, s'élargit. Si bien que la réflexion et la mémorisation sont optimisées, l'attention et le traitement spatial facilités. La perception semble elle aussi modifiée, les méditants expérimentés détectent des stimuli plus faibles et sont plus résistants aux illusions visuelles. La méditation réduirait aussi le besoin de sommeil comme elle atténue le stress et l'anxiété, voire prévient les récives de dépression.

Au-delà des bienfaits attribués à la méditation de pleine conscience ou au yoga, nous pointons la cohérence entre ces pratiques et les pistes pédagogiques évoquées dans ce livre : l'initiation et l'entraînement à l'introspection cognitive, le développement du dialogue interne, la focalisation volontaire de l'attention, l'importance du réseau par défaut dans des temps sans activité, la découverte de soi, l'alphabétisation émotionnelle⁸⁵... Sans compter que de

⁸⁴ Siaud-Facchin Jeanne, « Méditation, enfance et apprentissages font-ils bon ménage ? », *Cahiers pédagogiques*, n° 527, fév. 2016, p. 53-55 ; Siaud-Facchin Jeanne, *Tout est là, juste là. Méditation de pleine conscience pour les enfants et les ados aussi*, Paris, Odile Jacob, 2014.

⁸⁵ Le fait de pouvoir mettre des mots sur les sensations, les émotions qui deviennent alors des sentiments dont on peut parler et sur lesquels on peut agir.

courtes séances collectives de respiration, relaxation, dynamisation, en rituel de début de cours, ou lorsque le besoin s'en fait sentir, participent à la cohésion du groupe classe en créant une culture commune, comme un cocon dans lequel les élèves se sentent à l'aise pour mieux travailler.

Nous avons mené en 1994 un projet « Pédagogies du silence » en 4^e technologique à partir du constat que les élèves orientés en lycée professionnel, parce qu'ils étaient en échec au collège, ne savaient pas se concentrer, n'étaient pas conscients de pouvoir dialoguer avec eux-mêmes, ne supportaient pas le silence, n'arrivaient pas à apprendre... Des séances de relaxation ou de dynamisation par la respiration, une initiation et une pratique quotidienne de l'introspection cognitive et de la métacognition, des moments de silence sans activité prévue ou seulement le coloriage de mandalas au début, des activités visant la découverte de soi... leur ont permis de développer des compétences et de trouver une nouvelle dynamique scolaire. En début d'année, ils ne pouvaient pas rester silencieux et inactifs deux minutes sans pouffer de rire ou chercher à chataouiller le voisin. En fin d'année, ils appréciaient les quarts d'heure de silence libre qu'ils remplissaient de vagabondage de l'esprit, de remémoration du cours, de temps de réflexion, de projection sur la suite, voire d'ennui à meubler avec leurs pensées intimes...



LES NEURONES MIROIRS

On sait depuis les travaux de Giacomo Rizzolatti⁸⁶ dans les années 1990 que certains neurones s'activent lorsqu'on exécute une action, lorsqu'on voit quelqu'un exécuter la même action ou lorsqu'on s'imagine seulement exécuter ces gestes. Ces neurones miroirs ont réhabilité la pédagogie de l'imitation pour certains apprentissages. Voir le geste exécuté par un autre permet d'activer dans notre cerveau les neurones qui

entreraient en action si nous faisons nous-mêmes ce geste. Lorsqu'on reproduit soi-même ce geste ensuite, on peut ressentir qu'il correspond bien à celui qu'on a observé et ainsi évaluer son degré de réussite, ou éventuellement tenter de se corriger jusqu'à ce qu'on retrouve la sensation éprouvée lors de l'observation. Cela signifie aussi que l'on renforce les apprentissages chaque fois que l'on demande aux élèves de s'imaginer en train de faire le geste à mémoriser, qu'il s'agisse de réaliser un enchaînement gymnique, de jouer d'un instrument de musique, d'utiliser une technique particulière en cuisine, à l'atelier ou au laboratoire, de suivre un mode opératoire sur l'ordinateur ou de dérouler une suite de gestes mentaux pour réussir un exercice scolaire.

La question des neurones miroirs est intéressante pour comprendre le dissensus sur les relations entre neurosciences et enseignement. Tous les neurobiologistes reconnaissent aujourd'hui la réalité des neurones miroirs mais si, pour certains, on peut imaginer des applications de cette découverte en pédagogie, pour les autres il ne s'agit que d'extrapolations illusoire, voire dangereuses, d'un phénomène neurologique, d'un « abus de résultats scientifiques »

⁸⁶ Rizzolatti Giacomo, Sinigaglia Corrado, *Les Neurones miroirs*, Paris, Odile Jacob, 2007.

selon l'expression d'Elena Pasquinelli. Ce n'est pas sur le fait lui-même qu'il y a désaccord mais sur son interprétation et son éventuelle application pratique sur le terrain. « Il est alors utile de s'inspirer de l'exemple de domaines de recherche appliquée qui ont fait face au problème à la fois de combler l'espace entre production de connaissances fondamentales et développement d'interventions efficaces, et à celui d'augmenter leur impact⁸⁷. »

Ce système en miroir permet-il de comprendre les actions des autres, d'interpréter les mimiques, les signaux non verbaux, les intentions ? Peut-être même de développer l'empathie ? C'est une des questions que se pose une discipline assez récente, les neurosciences sociocognitives.

⁸⁷ Pasquinelli Elena, « Améliorer le dialogue entre les sciences cognitives et l'éducation en s'inspirant des relations entre la recherche fondamentale et la médecine clinique », ANAE. *La neuroéducation*, n° 134, mars 2015, p. 24.



PISTES PÉDAGOGIQUES

- Prendre en compte les contraintes cérébrales des adolescents pour interpréter leur comportement.
 - Éviter les orientations scolaires et professionnelles précoces.
 - Créer des rituels à la fois sécurisants par la répétition et innovants par les variations.
 - Éviter tout jugement stigmatisant enfermant l'élève dans ses limites et ses incapacités provisoires.
 - Travailler l'alphabétisation émotionnelle et initier à l'analyse de situations interpersonnelles.
 - Expliquer les réactions instinctives de défense et d'attaque et entraîner les jeunes à les contrôler.
 - Protéger les élèves de tout ce qui peut provoquer des réactions de peur, des frustrations inutiles, l'humiliation et l'insécurité.
 - Éduquer les jeunes à la frustration lorsque celle-ci est souhaitable ou inévitable.
 - Développer les liens interpersonnels ressentis comme du respect, de la reconnaissance, de la bienveillance pour instaurer un climat de sécurité.
 - Proposer des séances de nourrissage culturel ritualisé dans des contextes où les élèves en ont besoin.
 - Entraîner les jeunes à repérer les indices d'une pensée dogmatique et à reformuler en langage non dogmatique.
 - Multiplier les variantes d'exercices développant l'écoute et la capacité d'argumentation.
 - S'appuyer sur les compétences développées par l'usage des écrans et aider les jeunes à combler les lacunes dues à cette pratique, par exemple l'analyse fine des textes et des images.
 - Utiliser tous les moyens de favoriser, de mettre en évidence et en valeur le dialogue interne.
 - Conseiller la méditation de pleine conscience ou le yoga à des élèves qui gèrent mal leur stress, souffrent de difficultés de concentration ou de troubles des apprentissages.
 - Ne pas s'interdire la pédagogie de l'imitation dans des domaines où on constate son efficacité.
-

ÉMOTIONS ET COGNITION

« Les émotions sont des réactions complexes que l'on décrit généralement suivant trois composantes : un état mental particulier, un changement physiologique et une impulsion

à agir. [...] Chaque émotion correspond à une unité fonctionnelle distincte et possède son propre circuit cérébral impliquant des structures appartenant à ce qu'on appelle le système limbique, également appelé "siège des émotions", mais aussi des structures corticales, plus particulièrement le cortex préfrontal qui joue un rôle capital dans la régulation des émotions. [...] Un échange permanent rend indissociables les aspects physiologique, émotionnel et cognitif d'un comportement. La force de ces liens explique l'incidence majeure qu'ont les émotions sur les apprentissages⁸⁸. » Depuis la publication en 1995 du livre d'Antonio Damasio, *L'Erreur de Descartes*⁸⁹, plus personne n'oserait prétendre qu'émotions

⁸⁸ OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, op. cit., p. 28-29.

⁸⁹ Damasio Antonio, *L'Erreur de Descartes*, Paris, Odile Jacob, 1995.

et cognition ne sont pas intimement mêlées. Mais dans quelles mesures peut-on prendre en compte ces liens sur le terrain pédagogique sans sortir de notre mission première ?

LE STRESS

Le stress, du latin *stringere*, mettre en tension, est une réaction physiologique et psychologique normale face à une situation nouvelle, une réaction d'adaptation de l'organisme⁹⁰. C'est l'intensité et la durée du stress qui peuvent le rendre nocif si l'on atteint le stade 3 du processus : alarme, résistance, épuisement. Un niveau de stress bas est nécessaire à une adaptation optimale à l'environnement et il peut favoriser l'apprentissage alors

qu'un niveau élevé de stress prolongé devient néfaste sur les plans physique et mental. En effet, les territoires cérébraux dits « reptiliens » sont génétiquement programmés pour réagir aux menaces et assurer la survie. Le stress peut entraîner trois réactions naturelles selon qu'on souhaite s'échapper, dominer ou se protéger⁹¹ :

- l'envie de fuir reconnaissable à des émotions comme la gêne, l'anxiété, l'angoisse, la peur ;
- la lutte qui prend la forme de l'énervement, de l'agacement, de la colère ou de l'agressivité ;
- l'inhibition qui se traduit par le découragement, l'évitement, le déni, l'apathie.

La théorie du cerveau triunique de Paul Donald MacLean⁹² paraît aujourd'hui bien dépassée et trop approximative mais elle a le

⁹⁰ Fradin Jacques, *L'Intelligence du stress*, op. cit.

⁹¹ Laborit Henri, *L'Éloge de la fuite*, Paris, Gallimard, 1985.

⁹² Médecin et chercheur en physiologie et en psychiatrie (1913-2007) connu pour avoir proposé un modèle qui distingue le cerveau reptilien, le cerveau limbique et le néocortex.



mérite de schématiser le fonctionnement cérébral et de justifier une règle pédagogique de base : on ne peut obtenir un bon rendement du néocortex, et donc engager correctement les apprentissages, que lorsque les deux autres cerveaux sont tranquilles :

- quand les besoins primaires symbolisés par le cerveau reptilien sont satisfaits, je n'ai ni faim, ni soif, ni sommeil, je ne me sens pas en danger...
- quand le cerveau limbique perçoit que l'expérience à venir va apporter du plaisir et non de la souffrance, je me sens en sécurité, je sais que mes erreurs ne causeront pas de préjudices graves et j'espère des bénéfiques cognitifs et psychologiques qui justifieront les efforts consentis.

Selon l'OCDE, plus de 80 % des élèves disent se sentir bien à l'école dans les pays qui obtiennent de bons résultats aux évaluations PISA⁹³. Les scores des jeunes Français, on le sait, sont médiocres, très décevants au regard du budget consacré à l'éducation dans notre pays. À la question : « L'épanouissement social et affectif de l'élève est-il aussi important que son acquisition des compétences et savoir-faire ? », les dirigeants et enseignants français sont les moins nombreux à répondre favorablement. L'item : « Je suis tendu(e) lorsque je dois faire des devoirs de mathématiques » recueille 7 % des suffrages en Finlande et 53 % en France⁹⁴. Nous sommes nombreux à être convaincus qu'un changement radical du climat scolaire passe forcément par une meilleure formation initiale et continue des enseignants.

Mieux connaître les contraintes cérébrales qui rendent certaines tâches ardues amènerait les enseignants à mieux ajuster leurs

⁹³ Le programme PISA, pour *Program for International Student Assessment* en anglais, et pour « Programme international pour le suivi des acquis des élèves » en français, est un ensemble d'études menées par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), et visant depuis 2000 à mesurer les performances des systèmes éducatifs de 70 pays. Les enquêtes sont menées tous les trois ans auprès de jeunes de 15 ans dans les 34 pays membres de l'OCDE ainsi que dans de nombreux pays partenaires et aboutissent à un classement, dit « classement PISA ».

⁹⁴ Favre Daniel, « Stress et apprentissage », *Animation et éducation*, n° 238, janv.-fév. 2014, p. 22-23.

exigences et limiterait le stress ressenti par les élèves. Nous le savons tous, lorsque nous peinons sur une tâche et que quelqu'un nous dit : « C'est pourtant facile ! », nous nous sentons agressés, dévalorisés et découragés. Par définition, un enseignant est à l'aise dans sa matière et il a souvent du mal à concevoir que ce qui lui paraît tellement évident puisse poser problème à ses élèves.

ÉMOTIONS ET APPRENTISSAGES

En cas de surcharge émotionnelle, positive ou négative, les lobes frontaux ralentissent leur fonctionnement, la réflexion est freinée, le sens critique limité, le discours se dogmatise... On peut penser à l'expérience amoureuse dans la vie privée mais nous évoquerons plutôt ici, dans le cadre scolaire, les émotions négatives qui viendraient entraver l'activité intellectuelle. C'est une sorte de coupe-circuit destiné à assurer la sécurité.

Quand on est face à un danger immédiat auquel on va tenter d'échapper, on ne prend pas le temps de réfléchir. Le soubassement neuronal de cette interface entre émotion et cognition est le cortex cingulaire antérieur impliqué dans des fonctions comme le contrôle de soi, la faculté de concentration, la reconnaissance des erreurs, la capacité à s'adapter à des changements de situation. Le fait d'être bienveillant avec un enfant l'aide donc à développer, au niveau des lobes frontaux, les connexions essentielles qui lui permettront d'apaiser les sentiments déclenchés par le cerveau émotionnel. Catherine Guéguen⁹⁵ s'appuie dans ses ouvrages sur de nombreuses recherches qui ont montré qu'un enseignement

⁹⁵ Guéguen Catherine, *Pour une enfance heureuse, repenser l'éducation à la lumière des dernières découvertes sur le cerveau*, Paris, Robert Laffont, 2014.



bienveillant favorise le développement de l'hippocampe alors que la peur et le stress diminuent le nombre de neurones et altèrent les facultés de penser, gênent la mémorisation, empêchent d'apprendre et de se montrer créatif.

À l'inverse, le plaisir d'apprendre dans un climat de confiance et de sécurité active le circuit de la récompense. Dans des situations bienveillantes et chaleureuses, on mesure une sécrétion d'ocytocine, molécule de la vie sociale, de la relation aux autres, qui favorise l'empathie, procure du bien-être et développe le sentiment de confiance ; elle déclenche la sécrétion de trois autres molécules :

- la dopamine qui stimule la motivation et donne du plaisir ;
- l'endorphine qui apporte la sensation de bien-être ;
- la sérotonine qui stabilise l'humeur.

Cette décharge chimique va se traduire par des renforcements synaptiques, voire la création de nouvelles synapses.

Le mode d'enseignement du professeur influence l'architecture cérébrale comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents mais un climat scolaire bienveillant influe lui aussi sur le développement cognitif des élèves. Le terme « bienveillance » mérite qu'on s'y arrête tant on en abuse, on s'en irrite, on le dévoie. La bienveillance recouvre une disposition favorable envers quelqu'un d'un statut inférieur, la capacité à se montrer indulgent, gentil et attentionné envers autrui d'une manière désintéressée et compréhensive, une affection qui vous porte à désirer le bonheur de votre prochain. Ce n'est pas de la compassion, un sentiment de pitié qui nous sensibiliserait aux maux d'autrui, ni de la complaisance, de la démagogie ou du laxisme. Cependant, le terme peut agacer et être perçu comme mièvre, c'est pourquoi Patrick Rayou lui préfère le mot « considération ». Il suppose que l'on considère la personne là où elle en est et aussi qu'on la prend en considération.

Un enseignant agressif ou dévalorisant, des camarades violents ou moqueurs, des situations pédagogiques qui mettent l'élève

en échec, tout ce qui génère le stress ou la peur provoque des réactions physiologiques, comme la production de cortisol, qui affectent les fonctions cognitives. Toutes les expériences menées ont montré qu'un taux de cortisol élevé est nuisible à la mémoire et à l'apprentissage.

ÉMOTIONS ET ÉVALUATION

La question de l'évaluation renvoie au sentiment de sécurité et aux émotions. Certaines phobies scolaires sont liées à la peur de l'évaluation ressentie comme un jugement définitif porté sur la personne, même pour des élèves brillants et en réussite. Sans aller aussi loin, la scolarité de beaucoup d'élèves, y compris de bons élèves, est gâchée par une évaluation qui provoque un stress permanent, qui fait obstacle au plaisir d'apprendre.

Beaucoup d'expérimentations sont menées depuis quelques années sur l'évaluation sans notes, par compétences, par ceintures, par couleurs... Nous avons tendance à considérer que l'évaluation chiffrée est beaucoup moins perturbante si elle perd son caractère définitif. Le concept d'évaluation dynamique a émergé il y a une vingtaine d'années dans le champ de la psychologie cognitive, au départ pour affiner et nuancer les tests de mesure du quotient intellectuel. Aujourd'hui, il donne lieu à des pratiques multiples qui reposent toutes sur le principe que la note initialement attribuée n'est qu'un point de départ, un indicateur, un résultat provisoire dans des conditions particulières à un moment donné, un indice parmi d'autres d'un état ponctuel dans un processus complexe. Cette note va évoluer grâce à des reprises, des compléments, des corrections... L'élève qui a compris son erreur est capable



d'y remédier, voire d'aider un camarade à comprendre, il obtient des points supplémentaires. Il peut aussi refaire un contrôle, demander un autre devoir, proposer un apport au cours ou un exercice qui va montrer qu'il a progressé... Certaines notes peuvent être effacées parce que nous avons tous droit à l'erreur, d'autres bonifiées au fur et à mesure des acquis, elles sont en tout cas relativisées et on ne leur attribue jamais une valeur absolue ni une portée définitive. Il n'y a aucune ambiguïté possible entre l'évaluation de la personne et celle de ses productions. L'évaluation chiffrée n'exclut pas non plus une grille de compétences qui permet à l'élève de savoir où il en est, ce qui est acquis, plus ou moins, ce qui reste à acquérir. Les évaluations, chiffrées ou non, sont accompagnées de commentaires bienveillants qui mettent en avant les aspects positifs avant de souligner les points à retravailler et les terrains de progrès. Ces commentaires ne comportent pas de jugements qui peuvent être ressentis comme injustes. Nous ne savons pas si l'élève s'est impliqué ou non, ni pourquoi il a pu ou non s'investir dans cet exercice. Les évaluations sont préparées en amont et les élèves savent quelles formes elles vont prendre. Quand c'est possible, une séance de révision permet aux élèves de proposer des questions parmi lesquelles le professeur choisira celles du contrôle. Cela permet de les entraîner à repérer l'essentiel du cours et à anticiper les attentes de l'enseignant. On peut aussi donner des choix de questions ou de formes de restitution, des jokers, deux modes de contrôle : dans l'un, l'élève compose seul sur 20 points ou il choisit la formule notée sur 15 avec un soutien du professeur au moment où il en a besoin. Parfois, on peut imaginer une évaluation en binômes. En fait, c'est la posture de l'enseignant et l'esprit dans lequel ces évaluations sont présentées qui vont provoquer ou non chez les élèves du stress, des angoisses, de la souffrance préjudiciables aux apprentissages.

L'évaluation dynamique envoie aux élèves des messages subliminaux importants, l'évolution est plus importante que l'évaluation, le processus est plus intéressant que le résultat, les apprentissages demandent du temps et les essais-erreurs constituent encore le meilleur moyen d'apprendre, toute production humaine est perfectible et nous évoluons en permanence.

Les remarques orales font partie des évaluations informelles qui influencent aussi les apprentissages. Les trois expériences suivantes sont présentées par Julien Masson⁹⁶. Dans la première, on forme trois groupes d'élèves randomisés. En cours d'apprentissage, les uns seront régulièrement réprimandés, les autres régulièrement complimentés et ceux du troisième groupe systématiquement ignorés. Si, pendant deux jours, la progression des trois groupes est comparable, à partir du troisième jour, les résultats des élèves ignorés et réprimandés s'effondrent alors que les élèves complimentés poursuivent leur progression.

Une autre expérimentation consiste à comparer les résultats obtenus à une même évaluation, la réussite de puzzles, en fonction de deux postures d'enseignants :

- l'enseignant informant donne peu de directives, pose peu de questions de contrôle durant la tâche, fait peu de critiques négatives et parle globalement assez peu ;
- l'enseignant contrôlant donne trois fois plus de directives, pose deux fois plus de questions de contrôle, formule deux fois plus de critiques négatives et parle deux fois plus.

Le premier obtient des résultats cinq fois meilleurs que le deuxième. Toutes les indications données par les enseignants entraînent des effets, pas seulement les remarques sur l'élève mais aussi celles qui portent sur les tâches.

⁹⁶ Masson Julien, « La bienveillance à l'école... pourquoi ? Et pour quoi ? », janv. 2017 : <https://lc.cx/pH4s>



On donne le même texte à apprendre à trois groupes d'élèves randomisés. On dit à un premier groupe que la tâche va être difficile, à un autre groupe qu'elle est simple, au dernier groupe : « Faites de votre mieux. » Ceux à qui on annonce de la difficulté réussissent deux fois mieux que les autres. On peut faire l'hypothèse que l'annonce de la difficulté met les élèves en alerte et représente un défi à relever. Si l'élève échoue, il peut se consoler en se disant que la tâche était ardue ; s'il réussit, il se sent valorisé. Les jeunes perçoivent souvent du mépris derrière des exercices trop faciles.

LA MOTIVATION

La motivation, fondamentale dans le succès des apprentissages, est intimement liée à la compréhension et aux émotions, ainsi qu'à la compréhension des émotions.

On distingue la motivation extrinsèque, liée à des facteurs externes, comme la punition et la récompense, la volonté de faire plaisir aux parents ou aux enseignants... et la motivation intrinsèque, liée à des facteurs internes, qui correspond au souhait de satisfaire ses besoins et désirs propres. Jusqu'à récemment, l'école a plutôt favorisé la motivation extrinsèque et la recherche neuroscientifique s'est aussi concentrée sur cet aspect car il est plus facile à étudier. Depuis les années 1970, des chercheurs comme Czikszentmihalyi⁹⁷ ont décrit un état de « flow », ou absorption fluide, qui se caractérise par une concentration accrue, une implication totale et une satisfaction maximale, un état jubilatoire de plénitude dans lequel les émotions sont au service de la

⁹⁷ Czikszentmihalyi Mihaly, *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, New York, Harper and Row, 1990 (trad. française : *Vivre. La psychologie du bonheur*, Paris, Pocket, 2004).

performance et de l'apprentissage. Cette expérience optimale se définirait par un équilibre entre défi et habileté, la concentration sur une cible claire, avec un *feedback* précis, le contrôle de l'action, l'absence de préoccupation à propos de soi, l'altération de la perception du temps et le sentiment de bien-être. On peut trouver un grand nombre de recherches sur le « flow » en contexte éducatif. On pense aussi au sentiment d'efficacité personnelle décrit par Albert Bandura⁹⁸, il désigne les croyances des individus quant à leurs capacités à réaliser des performances particulières, indépendamment de leurs aptitudes objectives. Il contribue à déterminer les choix d'activités et d'environnements, l'investissement du sujet dans la poursuite des buts qu'il s'est fixé, la persistance de son effort et les réactions émotionnelles qu'il éprouve lorsqu'il rencontre des obstacles. Les sujets dont le sentiment d'efficacité personnelle est élevé sont plus performants, à compétences réelles égales, et même s'ils disposent de compétences moindres.

Nous avons déjà évoqué le programme neuroéducatif mené par le laboratoire LaPsyDé⁹⁹. Cette expérience a démontré que l'apport de connaissances sur la structure, le fonctionnement, le développement et le rôle du cerveau, influence la théorie implicite de l'intelligence d'enfants du CE1 au CM2 et du coup entraîne une amélioration de leurs résultats en français et en mathématiques.

En effet, beaucoup d'enfants, avant cette formation, considèrent que l'intelligence est innée, figée. Ils préfèrent les tâches qui vont démontrer leur intelligence et ils privilégient les buts de performance car ils sont motivés par le résultat. Pour eux, être bon dans une matière signifie qu'on n'a pas besoin de travailler. Ils passent peu de temps à leurs devoirs puisqu'ils estiment que les compétences sont congénitales. Ils pensent qu'on naît intelligent ou bête

⁹⁸ Bandura Albert, *Auto-efficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle*, Bruxelles, De Boeck, 2007.

⁹⁹ Le programme pédagogique neuroéducatif « À la découverte de mon cerveau : quels bénéfices pour les élèves d'école élémentaire ? », ANAE, *La neuroéducation*, n° 134, mars 2015, p. 55 à 62.



et que c'est définitif. Ils évitent donc les tâches sur lesquelles ils risquent de commettre des erreurs, même si elles peuvent être source d'apprentissages. Ils préfèrent d'ailleurs cacher leurs erreurs plutôt que de les corriger car ils se focalisent sur la manière dont les autres les voient, pairs ou adultes. Pour eux, faire des efforts reviendrait à reconnaître un manque d'intelligence. Ils s'arrêtent donc de travailler quand les exercices leur paraissent trop périlleux. Chaque échec contribue à les convaincre qu'ils n'ont pas les qualités requises pour réussir et que c'est irrémédiable. Ils se découragent, se démotivent et parfois décrochent.

Au contraire, les élèves qui ont une conception dynamique de l'intelligence savent que leurs efforts améliorent leurs capacités intellectuelles. Ils privilégient les buts d'apprentissage, visent le développement de leurs compétences, leur progression, la compréhension de nouveaux concepts, ils sont motivés par la maîtrise de la tâche. Ils ne craignent pas les activités qui les mettent en difficulté car ils savent qu'elles les font évoluer positivement. S'ils échouent, ils redoublent d'efforts, essaient de nouvelles stratégies, se corrigent, certains d'être gagnants au bout du compte. Ils s'intéressent d'ailleurs davantage au processus qu'aux résultats. Ils persévèrent et progressent régulièrement.

Le fait qu'à la suite du programme pédagogique de découverte du cerveau les enfants passent d'une vision statique à une vision dynamique de l'intelligence explique donc un changement d'attitude vis-à-vis du travail scolaire et les progrès subséquents. L'amélioration des performances est immédiate chez les plus jeunes, alors qu'elle apparaît six semaines plus tard pour les CM1-CM2 comme si un délai était nécessaire pour transformer des croyances inappropriées installées de plus longue date.

Les commentaires des parents et des enseignants peuvent renforcer l'une ou l'autre conception et donc influencer sur la motivation et la réussite des enfants. Les *feedbacks* orientés sur l'apprenant, qu'ils

soient positifs ou négatifs, suggèrent que l'adulte porte un jugement définitif sur une qualité permanente : « Tu es intelligent, tu vas y arriver », « Tu n'as pas les capacités nécessaires pour réussir. » Comme si on pouvait classer les élèves en deux catégories immuables « intelligents » et « non intelligents ». Au contraire, les *feedbacks* orientés sur les processus soulignent la dimension dynamique, évolutive de l'intelligence : « C'est bien mais tu peux trouver une solution plus économique en temps » ou « Je constate que tu as fait des efforts et que tu ne te décourages pas, c'est comme cela que tu vas y arriver. » Carol Dweck¹⁰⁰, professeur de psychologie sociale à Stanford, affirme que notre réussite dépend davantage de notre envie et de notre curiosité que de notre QI, elle estime que l'essentiel est d'avoir eu l'occasion au cours de son enfance d'affronter l'adversité et d'avoir appris à dépasser la difficulté rencontrée. « Quand vous louez l'intelligence des enfants, ils retiennent comme message que paraître intelligent est l'objectif du jeu. Alors qu'insister sur l'effort permet à l'enfant d'identifier une des rares variables qu'il peut contrôler. En insistant sur l'intelligence naturelle, on rend l'objectif plus inaccessible et l'enfant perd le contrôle ; en outre, cela ne lui donne pas de bonnes recettes pour faire face à l'échec. » L'expérience de Rosenthal et Jacobson¹⁰¹ en 1968 met en évidence l'effet des attentes des enseignants sur les élèves. L'effet Pygmalion montre qu'une prophétie « autoréalisatrice » entraîne une amélioration des performances d'un sujet lorsque l'adulte croit en ses capacités. À l'inverse, l'effet Golem se traduit par une stagnation ou une baisse des résultats d'un enfant que les parents ou les enseignants jugent limité. On comprend combien il est important que les enseignants soient réellement convaincus de la plasticité cérébrale de leurs élèves afin de ne pas les enfermer dans le stade

¹⁰⁰ Dweck Carol, *Changer d'état d'esprit, une nouvelle psychologie de la réussite*, Bruxelles, Mardaga, 2010.

¹⁰¹ Trouilloud David, Sarrazin Philippe, « Les connaissances actuelles sur l'effet Pygmalion : processus, poids et modulateurs », *Revue française de pédagogie*, n° 145, 2003, p. 91 à 119.



d'évolution où ils les trouvent, de ne pas les réduire à ce qu'ils pensent d'eux en début d'année scolaire, de ne pas leur coller une étiquette au sein de la classe, de ne pas les diminuer aux yeux de leurs camarades.

INTERACTIONS SOCIALES ET APPRENTISSAGES

Les interactions sociales ont un impact direct sur la capacité du cerveau à apprendre de manière optimale. Une discipline assez récente, les neurosciences sociocognitives, s'intéresse au cerveau dans un contexte social. L'intelligence émotionnelle consiste à repérer, identifier et contrôler ses émotions, réfréner ses impulsions et ses instincts, se montrer capable d'empathie et savoir coopérer. Certains chercheurs

font l'hypothèse que les neurones miroirs participent au développement de l'empathie et que des expériences soigneusement élaborées pourraient contribuer à améliorer les compétences sociales et à former des citoyens respectueux des autres. « Ces neurones miroirs, considérés comme le siège neurologique de l'empathie, favorisent à la fois la formation de liens effectifs et l'apprentissage. Les neurones miroirs sensibilisent biologiquement les enfants et les adolescents à se mettre au diapason d'autrui et à tisser des liens avec les autres, ce qui maintient des interactions avec les adultes et des pairs et soutient ainsi leurs apprentissages¹⁰². »

On peut utilement travailler à l'alphabétisation émotionnelle des jeunes en leur apprenant à repérer les six émotions de base et à

¹⁰² OCDE, *Comment apprend-on ? La recherche au service de la pratique*, op. cit., p. 135.

mettre des mots de plus en plus précis sur leurs émotions. On peut aussi leur apprendre à réguler leurs réactions émotionnelles de manière cognitive par la réinterprétation plus positive de la situation qui les perturbe ou la dépersonnalisation qui consiste à la considérer de façon plus objective, sans en faire une question personnelle. On dit couramment « prendre du recul ». Mais il faut se souvenir qu'avant 12 ans, les enfants sont pratiquement incapables d'atténuer un affect négatif et que les adolescents ont une capacité de régulation inférieure de moitié à celle des adultes, probablement pour des raisons neurobiologiques. « Dès lors, les éducateurs doivent guider le développement des capacités de régulation des émotions tout comme ils guident le développement des compétences métacognitives¹⁰³. »

Pour la plupart des jeunes, le plaisir des interactions sociales avec les camarades est une bonne raison de venir en classe. C'est pourquoi nous devons veiller à construire et préserver un climat scolaire sécurisant et confortable. C'est probablement une des nombreuses raisons pour lesquelles les activités de groupes et les classes coopératives satisfont tellement les enfants et donnent de si bons résultats. Les études sur le décrochage montrent bien qu'il s'agit d'un processus long et complexe de désaffiliation progressive qui comporte des causes individuelles, sociales, familiales et scolaires. Ce qui fait qu'un jeune entré dans ce processus depuis longtemps va finalement décrocher ou non est presque toujours lié aux relations avec les enseignants et/ou les camarades. Nous avons animé un dispositif de rattachage, « Potentiel jeunes », fondé sur l'accompagnement par le groupe des pairs. Dans un premier temps, c'est pour retrouver les copains que ces jeunes viennent chaque semaine aux réunions, plutôt que pour participer aux activités proposées par les adultes. Le sentiment d'appartenance

¹⁰³ Della-Chiesa Bruno, *op. cit.*, p. 129.



et d'attachement au groupe est un levier puissant pour favoriser la persévérance scolaire.

Des chercheurs¹⁰⁴ viennent d'ailleurs de mettre en évidence ce qu'ils appellent les « neurones sociaux ». Ces expériences menées, sur des singes pour l'instant, mettent en évidence les populations de neurones qui ne s'activent que quand la tâche proposée est réalisée en présence d'un congénère. D'autres neurones s'activent quand la même tâche est réalisée en l'absence de congénères. Plus les neurones sociaux s'activent en présence de congénères et plus le singe réussit la tâche proposée. La facilitation sociale correspond à l'amélioration de la performance pour une activité en présence d'un congénère. Ces travaux révèlent l'importance du contexte social dans le fonctionnement de l'activité neuronale et ses conséquences comportementales. Mais il est encore trop tôt pour en conclure que les progrès constatés sur le terrain par les pédagogies coopératives sont fondés neurologiquement car il reste à vérifier chez l'homme ce qui est mis en évidence chez le singe.

¹⁰⁴ « Du contexte au cortex : à la découverte des neurones sociaux », Paris, CNRS, 22 mai 2017 : <https://c.cx/pHJa>

Jean-Philippe Lachaux explique bien, dans son ouvrage destiné aux jeunes¹⁰⁵, comment nous nous laissons piéger par certaines activités qui nous attirent comme des aimants parce qu'elles surstimulent le circuit de la récompense. Nous pouvons utiliser cette bande dessinée pour aider nos élèves à comprendre comment des jeux en ligne, par exemple, peuvent susciter des addictions. « Pour tester la force des neurones aimants,

deux chercheurs canadiens ont fabriqué une machine qui permettait à un rat d'exciter lui-même ces neurones en appuyant sur un petit bouton. Le rat a tellement appuyé qu'il en a oublié de se nourrir, au point de quasiment mourir de faim ! Complètement accro ! Ses neurones-aimants étaient devenus les chefs de son cerveau et ils le forçaient à appuyer ! » Cela explique aussi pourquoi nos cours paraissent bien fades au regard d'activités ludiques élaborées par des spécialistes pour nourrir la dépendance, parce qu'il y a du nouveau tout le temps et que le circuit de la récompense est stimulé sans arrêt.

Nous pouvons toujours prévoir des surprises dans nos cours, en proposant régulièrement de nouvelles activités, trouver des moyens de récompenser les réussites par des phrases gratifiantes, introduire des activités ludiques dans nos séances, mais nous ne pouvons pas espérer concurrencer des tentations si séduisantes. Reste la possibilité de faire prendre conscience à nos élèves qu'ils perdent le contrôle de leur cerveau, et ainsi de leur vie, quand ils deviennent totalement dépendants de ces activités. Ils s'y montrent sensibles, surtout si on entre dans cette discussion par le biais de

¹⁰⁵ Lachaux Jean-Philippe, *Les Petites Bulles de l'attention. Se concentrer dans un monde de distractions*, op. cit., p. 62.



la neurobiologie plutôt que par une leçon de morale. On commence par les déculpabiliser en leur disant que nous nous adonnons tous à des activités de détente plus ou moins futiles et que notre cerveau le réclame pour être efficace le reste du temps sur des activités plus constructives mais qu'il faut savoir rester maître du jeu.

PISTES PÉDAGOGIQUES

- Accorder la plus grande importance au climat scolaire et à l'épanouissement des élèves.
 - Pratiquer une évaluation non violente.
 - Rester très vigilant sur les remarques orales, encourager les élèves par des *feedbacks* sur la façon d'aborder la tâche et non sur leur intelligence.
 - Ne pas hésiter à annoncer la difficulté d'un exercice ou les pièges que recèle une notion délicate.
 - Développer le sentiment d'efficacité personnelle des élèves, non pas en leur affirmant qu'ils sont intelligents ou qu'on a confiance en eux, mais en leur faisant vivre des situations de réussites valorisantes.
 - Viser la découverte du plaisir d'avoir surmonté un obstacle ou des difficultés.
 - Enseigner aux élèves, dès la maternelle, les grandes lignes du fonctionnement de leur cerveau.
 - Faire toujours le pari de l'intelligence et de la réussite de l'enfant. Ne jamais prédire l'échec, quelles que soient les raisons que nous avons de le redouter (milieu social, troubles des apprentissages, difficultés scolaires récurrentes, résultats médiocres voire alarmants...).
 - Apprendre aux élèves à nommer les émotions mais aussi à les contrôler.
 - S'appuyer sur le travail coopératif pour motiver les élèves sans négliger les moments de retour sur soi pour préparer ou renforcer les acquisitions individuelles.
 - Sensibiliser les jeunes aux mécanismes de l'addiction pour leur donner envie de rester les maîtres du jeu.
-

DES NEUROMYTHES PÉDAGOGIQUES

Un neuromythe est une croyance infondée scientifiquement ou une extrapolation erronée de travaux scientifiques qui donne lieu à des dérives. La plupart des neuroscien-

tifiques dénoncent comme neuromythes la *brain gym*, « tout se joue avant 6 ans », les styles d'apprentissage, cerveau droit/cerveau gauche, les périodes critiques, l'utilisation de 10 % du cerveau, les différences liées au sexe, la perte des neurones avec l'âge... On se reportera à l'ouvrage d'Elena Pasquinelli¹⁰⁶ qui se présente comme un voyage plaisant et instructif au royaume des neuromythes.

Le terme neuromythe a d'abord été utilisé dans les années 1980 dans le domaine chirurgical pour désigner des idées non scientifiques sur le cerveau. Le terme « neuromythologie » apparaît dans le champ de l'éducation en 2002 dans une publication de

¹⁰⁶ Pasquinelli Elena, *Mon cerveau ce héros. Mythes et réalité*, Paris, Le Pommier, coll. « Manifestes », 2015.

l'OCDE¹⁰⁷ : il y est défini comme une croyance erronée à propos du fonctionnement du cerveau. Bruno della Chiesa¹⁰⁸, Steve Masson¹⁰⁹, Elena Pasquinelli, pour ne citer qu'eux, ont longuement abordé la question dans plusieurs articles et ouvrages.

D'OÙ VIENNENT LES NEUROMYTHES ?

La science avance à partir de théories élaborées puis confirmées, modulées ou contredites, remplacées par d'autres théories à leur tour mises en cause, à tort ou à raison. Les hypothèses infirmées pourraient laisser des traces dans les esprits et dans la langue. C'est le cas de la « bosse des maths », vestige lexical de la phrénologie de Franz Joseph Gall qui, au début du XIX^e siècle, a cru pouvoir affirmer que les talents particuliers pro-

duisaient des excroissances cérébrales qui façonnaient les crânes. Il n'avait pas complètement tort sur tout puisqu'il supposait l'existence de zones propres au langage ou au calcul, même si le relief de notre crâne ne révèle pas pour autant nos capacités. Dans l'inconscient collectif et les bandes dessinées, un front large et dégarni est peut-être encore associé à l'image de l' « intello de service ».

Les scientifiques dénoncent surtout des interprétations abusives, des extrapolations, des distorsions, des simplifications excessives, la surinterprétation de résultats expérimentaux ou de paradigmes scientifiques par des journalistes en quête de sensationnalisme par

¹⁰⁷ OCDE, *Comprendre le cerveau : vers une nouvelle science de l'apprentissage*, Paris, OCDE, 2002, chap. 4.6, p. 80 à 91.

¹⁰⁸ Della Chiesa Bruno, « Neuroéducation : attention danger ! », *op. cit.*, p. 26-28.

¹⁰⁹ Masson Steve, « Les Apports de la neuroéducation à l'enseignement : des neuromythes aux découvertes actuelles », ANAE. *La neuroéducation*, n° 134, mars 2015, p. 13-22.



exemple. John T. Bruer¹¹⁰ parle de la « neurologisation naïve » qui amène des théories éducatives à partir d'idées scientifiques mal vulgarisées ou simplement inexactes, de corrélations prises pour des causalités. Il arrive aussi qu'on étende indûment à l'homme des conclusions d'expérimentations menées sur les animaux. On se souvient des expériences sur la vue avec des chatons ou sur les environnements enrichis avec des rats par exemple.

Elena Pasquinelli souligne que les neuromythes, « produits d'une mauvaise rencontre entre la science et la société », sont « résistants aux rectificatifs ». Il semblerait en effet qu'il soit difficile de combattre ces neuromythes, ce qui n'est pas étonnant quand on sait combien les représentations initiales sont robustes et à quel point il est difficile de les remplacer par des concepts avérés. Probablement parce qu'elles remontent à l'enfance et sont liées à des émotions ou parce qu'elles sont séduisantes et qu'elles correspondent à des besoins ou des envies. Penser que nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau nous laisse une marge de progression enthousiasmante par exemple. Pour être prises en compte par notre système cognitif, ces corrections doivent être accompagnées d'explications alternatives, voire d'une prise de conscience des raisons pour lesquelles nous tenons tant à ces croyances.

¹¹⁰ Bruer John T., « Education and the brain: A bridge too far », *Educational Researcher*, vol. 26, 1997, p. 4-16.

DEUX CERVEAUX POUR HUIT INTELLIGENCES

Les « personnalités hémisphériques » s'appuient sur la localisation cérébrale. Certes, le cerveau est formé de réseaux neuronaux, il présente bien des zones fonctionnelles et chaque hémisphère semble plus spécialisé dans certains domaines, comme le langage dans le cerveau gauche par exemple. Mais les deux hémisphères communiquent en permanence par l'intermédiaire du corps calleux ; plus les recherches s'affinent et

plus on découvre que de nombreuses régions des deux hémisphères concourent à la réalisation de la plupart des tâches. Enfin, les cérébro-lésés récupèrent souvent des compétences qu'on croyait perdues parce que des réorganisations s'opèrent dans d'autres zones, parfois dans l'autre hémisphère. La réalité est donc infiniment plus complexe que ne le laissent croire les tenants du cerveau gauche rationnel et du cerveau droit créatif.

La théorie du « tout se joue avant 6 ans » s'est construite sur l'étude des périodes sensibles. Certains apprentissages seraient en effet plus rapides et faciles à certains stades du développement, comme l'apprentissage de la grammaire, des langues étrangères ou la lecture, ce qui ne veut pas dire qu'ils ne sont possibles qu'à ces moments-là. En fait, on a transformé les périodes sensibles en périodes critiques. Les « fenêtres d'opportunité » existent et peuvent être intéressantes pour la construction des programmes scolaires mais elles ne doivent pas amener à penser que les opportunités manquées interdisent définitivement ces apprentissages, que les fenêtres une fois refermées restent définitivement hermétiques. On insiste aujourd'hui sur la différence entre les apprentissages en attente d'expérience et les apprentissages dépendants de l'expérience. Les capacités auxquelles nous sommes prédisposés



et qui vont se déployer en réponses à certains stimuli sont dites « en attente d'expérience ». Le développement normal de ces fonctions est compromis en l'absence des stimulations requises. Les capacités pour lesquelles il n'y a pas de prédispositions génétiques comme la lecture nécessitent un enseignement approprié, elles sont dites « dépendantes de l'expérience ». On est bien revenu aussi des environnements enrichis qui n'amélioreraient pas le développement cérébral dans la petite enfance, même si les privations sensorielles et sociales sont effectivement néfastes.

Les intelligences multiples d'Howard Gardner¹¹¹ représentent un exemple fort intéressant car l'inventeur de ce concept est un psychologue du développement reconnu par ses pairs, alors que cette théorie, qui a fait sa célébrité depuis 1983, est considérée comme un neuromythe par la plupart des neuroscientifiques qui estiment qu'elle ne repose pas sur un soubassement neuronal avéré. Elle doit probablement sa popularité au fait qu'elle répond au souhait de nombreux pédagogues d'opposer à l'idée d'intelligence générale, innée et unique, mesurée par les tests de QI, une image plus nuancée des capacités intellectuelles. « En fractionnant la notion en plusieurs facettes, je crois que j'aide les gens à mieux définir ce qui est important selon les cas¹¹² », dit le chercheur qui reconnaît qu'il simplifie pour mieux lire la complexité. Nous avons souvent utilisé ce concept en lycée professionnel pour convaincre des jeunes jugés « peu intelligents » sur la base de tests de QI, que si leurs scores logico-mathématiques et verbaux n'étaient pas excellents, ils disposaient par ailleurs d'autres formes d'intelligence tout aussi précieuses que celles que l'école valorise prioritairement : spatiale, intra-personnelle, interpersonnelle, corporelle, musicale, naturaliste, voire spirituelle. Deux questions se posent. D'abord,

¹¹¹ Gardner Howard, *Les Intelligences multiples*, Paris, Retz, 2008.

¹¹² « Les intelligences multiples », interview de Howard Gardner par Sylvie Abdelgader lors du forum « L'école et l'intelligence, ce qu'en pensent les psychologues aujourd'hui », *Cahiers pédagogiques*, n° 437, 2005.

est-ce un concept purement psychopédagogique ou est-il fondé scientifiquement? Le psychologue Olivier Houdé valide sept des huit intelligences¹¹³, alors que les neuroscientifiques considèrent pour la plupart les intelligences multiples comme un neuromythe. Cette théorie relève davantage de la psychologie cognitive que des neurosciences, soit, mais reste la question qui nous intéresse, comment les élèves peuvent-ils bénéficier de cette hypothèse en éducation? Le danger consiste toujours à utiliser des catégories pour classer les enfants et les enfermer dans d'hypothétiques profils. Néanmoins de nombreux enseignants s'en saisissent pour rassurer les élèves sur leurs compétences, les ouvrir à d'autres approches que celles qu'ils utilisent spontanément, diversifier les supports d'enseignement ou les modes d'évaluation et on pourrait dire que si le paradigme scientifique reste flou, l'intérêt pédagogique n'est pas négligeable.

STYLES D'APPRENTISSAGE ET PROFILS COGNITIFS

La notion de styles d'apprentissage repose sur l'idée qu'à chaque apprenant correspond une manière d'apprendre. Les premières recherches remontent aux années 1950 et s'inscrivent à la confluence de la cognition et de la personnalité. Allport, en 1937, aurait été le premier auteur à parler de « style cognitif » dans son ouvrage *Personality: a psychological interpretation*. Une définition en est donnée par Renald Legendre¹¹⁴ dans *Le Dictionnaire actuel de l'éducation*: « Approche personnelle, globale,

¹¹³ Houdé Olivier, « Plusieurs intelligences détectées dans le cerveau », *Cerveau et psycho*, n° 68, mars-avr. 2015, p. 46-55.

¹¹⁴ Legendre Renald, *Dictionnaire actuel de l'éducation*, Paris, Guérin, 1993.

relativement stable qui caractérise la manière distincte que préfère utiliser une personne pour penser, apprendre, comprendre, organiser son expérience et son savoir, percevoir et traiter l'information, appréhender des éléments perceptuels ou résoudre un problème dans une grande variété de situations.» Marie Gausse¹¹⁵ évoque une revue de littérature qui recense entre 70 et 100 théories se rattachant à ces notions dont treize se dégageraient par leur protocole de recherche, leur utilisation et leur influence, tout en rappelant que ces théories ne reposent sur aucun fondement validé scientifiquement.

Il nous paraît cependant légitime de nous interroger sur un concept qui a occupé autant de chercheurs, donné lieu à autant de publications et qui est vraisemblablement né d'une évidence triviale et d'observations quotidiennes : chacun d'entre nous apprend à sa façon. Nous en avons fait l'expérience des centaines de fois en formation d'enseignants ou dans les salles de classe. On donne un exercice simple de mémorisation, de compréhension, un problème à résoudre et on demande ensuite aux participants comment ils s'y sont pris pour aborder la tâche proposée. Le nombre de moyens mis en œuvre, de stratégies, est à chaque fois impressionnant et de grandes tendances semblent se dégager. La multiplication d'expériences différentes amène l'hypothèse que les façons de procéder ne sont pas dues au hasard, pas seulement au type d'activités non plus, mais correspondent bien à un mode de traitement de l'information privilégié, probablement le fruit de dispositions naturelles, de multiples expériences dans des environnements spécifiques, potentiellement lié à une conception du monde, du savoir, de soi, des autres... Là encore, à défaut de fondements neurologiques, le questionnement est pédagogiquement pertinent.

¹¹⁵ Gausse Marie, «Ce que la recherche nous dit sur les styles d'apprentissage (ou retour sur un neuromythe)», *Edupass*, 7 nov. 2016 : <https://edupass.hypotheses.org/1049>

Ce champ de recherches est foisonnant à partir de la conviction commune qu'il y a plusieurs façons d'aborder les mêmes apprentissages. Mais aucun consensus sur la typologie des profils d'apprentissage n'émerge clairement des recherches menées, aucune donnée probante n'est venue valider ce constat, ce qui ne signifie pas pour autant que l'objet n'existe pas. Les chercheurs ont fait l'hypothèse de profils cognitifs fondés sur des facteurs génétiques et/ou cognitifs, sociologiques, affectifs ou contextuels, sur les stratégies d'apprentissage, les comportements, les préférences sensorielles, les modes de pensée, les processus de fonctionnement, d'organisation de l'information, les modalités d'encodage et de représentation, les éléments de personnalité, la conception du savoir... Pour les uns, ce style est inné et immuable ; pour les autres, il est évolutif mais stable. Certains envisagent des tests, des questionnaires pour cerner les profils, avec les risques de dérives, commerciales et éthiques. D'autres prônent l'observation en situation d'apprentissage ou des entretiens individuels¹¹⁶.

Parmi les nombreuses différences repérables, celles qui concernent les objectifs poursuivis interrogent particulièrement le pédagogue. Classer les individus ne présente en soi aucun intérêt et, au contraire, recèle bien des dangers. En particulier celui d'enfermer les enfants dans des carcans invisibles au lieu de les aider à explorer l'ensemble de leurs possibilités. Dans la plupart des cas, on avance la nécessité d'un diagnostic permettant à l'enseignant de s'adapter aux différents profils des élèves, les styles d'apprentissage influençant les styles d'enseignement. Les scientifiques estiment qu'il serait bien naïf d'imaginer que le professeur qui adapte ses modalités d'enseignement aux besoins spécifiques de ses élèves serait plus efficace, cette intuition n'a en effet été validée par aucune recherche, même si, sur le terrain, ils ont bien l'impression d'aider les élèves

¹¹⁶ Pour plus de précisions, on se reportera au texte de Marie Gaussel cité précédemment.



en tenant compte de leurs remarques, de leurs attentes, des besoins exprimés dans ce domaine. Nous avons l'habitude d'entraîner les élèves à remplacer le traditionnel « J'ai pas compris » par des demandes précises du type « J'ai besoin d'un exemple concret, d'un schéma, d'une analogie, d'une explication avec d'autres mots, de la même explication plus lentement déroulée... ». Cela présente au moins l'intérêt d'amener les enseignants à différencier la pédagogie et à ne pas imposer systématiquement à leurs élèves les modes de fonctionnement dans lesquels eux-mêmes se sentent à l'aise.

**LE CAS
DE LA GESTION
MENTALE**

La pédagogie des gestes mentaux élaborée par Antoine de la Garanderie durant près de trente ans est une démarche fondée sur l'introspection cognitive et le dialogue pédagogique qui vise à aider l'élève à prendre conscience de ses processus mentaux lorsqu'il est confronté à une tâche. On réduit souvent, à tort, la gestion mentale à l'opposition « visuel-auditif », ce qui ne rend compte ni des travaux du philosophe ni des pratiques.

Sans doute est-ce l'aspect le plus saillant pour qui n'a reçu aucune formation dans ce domaine mais cela dénature complètement la pensée d'Antoine de la Garanderie. Il ne s'agit pas de classer les élèves dans des catégories, et encore moins en deux catégories, mais de permettre à chacun d'entre eux de s'initier à l'introspection cognitive et de prendre conscience de ses itinéraires mentaux, de découvrir non seulement sa langue pédagogique selon les gestes mentaux mais aussi son appréhension du temps, de l'espace, du mouvement, des objets et des personnes, les liens logiques qu'il privilégie et ceux qu'il a tendance à négliger, la façon dont il aborde

les savoirs pour les transformer en connaissances et, *in fine*, de l'aider à cerner son projet de sens. Accéder à des concepts aussi fins et complexes suppose une formation longue et un entraînement régulier au dialogue pédagogique, des allers et retours persévérants entre la pratique quotidienne de l'entretien individuel, les expériences en classe, et la lecture des textes d'Antoine de la Garanderie et des chercheurs qui continuent à affiner et développer certains aspects de ses recherches. Attaquer cette démarche, sans s'y être formé, à partir d'un élément isolé et caricaturé n'a absolument aucun sens.

La gestion mentale est en effet considérée par bon nombre de scientifiques comme un neuromythe sur la base de travaux comme ceux de Pashler¹¹⁷, confirmés depuis par plusieurs autres, qui montrent que les sujets n'apprennent pas mieux, ou moins bien, selon qu'on leur présente des informations de nature visuelle ou auditive ; et qu'il n'y a donc pas lieu d'adapter l'enseignement à des élèves dont le cerveau serait optimisé pour traiter plus efficacement les informations selon leur mode de présentation. « Bien qu'il soit possible de classer les élèves d'après leurs modes préférés d'apprentissage, adapter l'enseignement aux styles d'apprentissage des élèves ne les aidera pas à mieux apprendre », conclut Steve Masson. On peut dès lors s'étonner que 96 % des enseignants continuent à accorder foi à ce qu'Elena Pasquinelli appelle un « neuromythe bienveillant ». Notre hypothèse est que les uns et les autres ne parlent pas de la même chose. En fait, ces études montrent que le support, visuel ou auditif, n'influence pas la qualité des apprentissages. Les enseignants qui s'appuient sur les recherches d'Antoine de la Garanderie ne s'intéressent pas aux percepts en l'occurrence mais aux évocations, c'est-à-dire aux images et aux discours que nous construisons mentalement à partir de ces perceptions visuelles

¹¹⁷ Pashler H., MCDaniel M., Roher D., et Bjork R., « Learning styles: Concepts and evidence », *Psychological Science in the public interest*, n° 9, 2008, p. 105-119.



ou auditives. « On peut percevoir visuellement un objet et s'en donner une représentation seulement verbale ; en revanche, on peut écouter raconter une histoire et la traduire mentalement en représentations visuelles. » Nous traitons « l'information perceptive par la réalisation dans la conscience d'un projet mental en utilisant des représentations visuelles ou verbales (ou auditives), lesquelles ne sont pas forcément de même nature que l'objet perçu ». À notre connaissance, aucune recherche n'a jamais été menée dans ce domaine avec les outils des neurosciences. Peut-être parce que les chercheurs ne distinguent pas « perceptions » et « évocations », peut-être parce que les deux approches, philosophique et scientifique, ne sont pas compatibles.

Cependant, Antoine de la Garanderie appelle de ses vœux, dès les années 1980, la collaboration entre « neurophysiologistes du cerveau et psychologues de la vie mentale » à travers un texte d'une vingtaine de pages d'une étonnante actualité : « Le neuronal et le mental. Perspectives expérimentales¹¹⁸ ». À partir de l'ouvrage de Jean-Pierre Changeux¹¹⁹, il fait l'hypothèse que les nouveaux moyens d'exploration du cerveau, à l'époque la caméra à positrons, la traceuse radioactive et les appareils encéphalographiques, vont permettre d'éclairer le fonctionnement cérébral et mental et de valider ses intuitions. Il cite le philosophe sur lequel porte sa thèse de doctorat qui écrivait déjà en 1938 : « Il ne s'agit pas de deux séries de faits, l'un physiologique, l'autre psychologique, mais d'une série unique de faits indivisiblement physiologiques et mentaux qu'on peut envisager, tantôt à l'un, tantôt à l'autre de ces deux points de vue¹²⁰. » Ce que Jean-Pierre Changeux appelle « l'expérience intérieure » réhabilite l'introspection considérée comme trop subjective et peu fiable par les behavioristes. L'auteur

¹¹⁸ De la Garanderie Antoine, « Le neuronal et le mental. Perspectives expérimentales », *Cahiers Binet-Simon*, n° 616, 1988, p. 3-23.

¹¹⁹ Changeux Jean-Pierre, *L'Homme neuronal*, Paris, Hachette, 1983.

¹²⁰ Burloud Albert, *Principe d'une psychologie des tendances*, Paris, Alcan, 1938, p. 268.

de *L'Homme neuronal* fait bien la différence entre perceptions et évocations. Il cite Aristote : « L'âme ne pense jamais sans images. » Il met aussi l'accent sur la différence entre les images mentales et les gestes mentaux puisqu'il écrit : « Ensuite, il faut distinguer avec soin les objets mentaux eux-mêmes des opérations ou calculs effectués avec ces objets. » Enfin, il établit le lien entre le percept, l'image et le concept : « Le concept apparaît comme une image simplifiée, "squelettique", réduite aux traits essentiels, formalisée, de l'objet désigné » ; « Le passage de l'image au concept suit deux voies distinctes mais complémentaires : l'élagage de la composante sensorielle et l'enrichissement dû aux combinaisons qui résultent du mode d'enchaînement des objets mentaux. » Nous sommes là au cœur des mécanismes qui nous permettent d'aider les élèves à construire leur pensée. Verbaliser en classe ces itinéraires mentaux leur donne l'accès à des procédures qu'ils ne trouvent pas seuls dans un premier temps, ou dont ils ne sont pas suffisamment conscients pour les transférer sur d'autres disciplines ou situations. Ils peuvent ainsi reconstituer le processus depuis la perception jusqu'à la restitution en passant par l'identification des images mentales et des gestes mentaux pour aboutir à la compréhension et au concept.

Nous pouvons affirmer, citations à l'appui, que beaucoup de chercheurs écrivent actuellement des lignes qui confirment les intuitions du fondateur de la gestion mentale, sans le savoir la plupart du temps, car ils ne connaissent pas vraiment ses recherches, de leur propre aveu.

Quelques exemples significatifs de phrases qui auraient pu être écrites par des praticiens de la gestion mentale : « La prochaine fois que tu fais un devoir, essaie d'identifier à quel moment tu as besoin de réaliser des actions mentales : soit pour dessiner sur ton écran, soit pour te dire des choses avec ta petite voix. Tu verras,



cela arrive tout le temps ou presque : pour comprendre un énoncé, pour réfléchir...¹²¹ »

Jean-Philippe Lachaux utilise d'ailleurs l'expression métaphorique « geste mental » pour désigner une action réalisée par notre cerveau et non par nos mains ou notre corps. Le neurocognitiviste parle de « générer mentalement l'objet de son attention perceptive », de « perceptions internes » pour désigner les évocations, de la « petite voix, la radio du cerveau », des « images sur le petit écran qui est dans ta tête ».

Francis Eustache et Bérengère Guillery-Girard écrivent : « Il est possible de travailler sur la richesse de l'encodage de plusieurs manières :

- multiplier les modalités de présentation : la trace mnésique peut devenir plus robuste en manipulant plusieurs types d'informations environnementales, telles que les modalités de présentation (visuelle, verbale, auditive) ou le contexte de présentation [...]
- créer une représentation mentale [...] Cette représentation peut être visuelle (images statiques ou en mouvement), ce qui est le plus fréquent, mais aussi auditive (son), ou verbales (commentaires) [...] L'enfant organise les informations perceptives en une représentation mentale qui lui est propre : c'est une construction psychique abstraite d'une situation connue ou imaginée. [...] L'enfant est capable de mobiliser les différentes modalités selon la situation donnée, mais en privilégiant souvent l'une d'entre elles. En effet, certains enfants s'appuient davantage sur des représentations visuelles et d'autres sur des représentations verbales. La représentation mentale permet également de renforcer la richesse de l'encodage en proposant un double codage¹²². »

¹²¹ Lachaux Jean-Philippe, *Les Petites Bulles de l'attention. Se concentrer dans un monde de distractions*, op. cit., p. 23.

¹²² Eustache Francis, Guillery-Girard Bérengère, op. cit., p. 98-100.

Comment ne pas imaginer immédiatement l'utilisation que l'on peut faire des affirmations du neuropsychologue dans la classe et en méthodologie des apprentissages ? On notera qu'il fait bien la distinction entre les « modalités de présentation » et les « représentations mentales » et qu'il invite le pédagogue à multiplier les approches et les supports pour faciliter l'apprentissage.

« Les élèves se différencient par de multiples aspects, déterminants pour l'apprentissage : bagage cognitif, aptitudes, conceptions de l'apprentissage, styles et stratégies d'apprentissage, intérêt, motivation, sentiment d'efficacité personnelle et émotions, milieu linguistique, culturel et social¹²³. »

« Les individus ne se servent pas tous de leur cerveau de la même manière et suivent des voies d'apprentissage différentes. Il appartient aux éducateurs de faciliter l'apprentissage en employant de multiples moyens de représentation, d'évaluation et de motivation pour tenir compte du large éventail de particularités individuelles¹²⁴. » Les trois rapports de l'OCDE, rédigés par des experts internationaux en 2002, 2007 et 2010, évoquent « un large éventail de profils individuels » et précisent que ces profils ne sont ni innés, ni acquis mais qu'ils « résultent d'une interaction génétique et épigénétique continue et cumulative¹²⁵. »

« Les êtres humains viennent au monde avec des aptitudes, des attitudes et des prédispositions à apprendre certains contenus d'une certaine manière. [...] Le bon enseignant est toujours en train de personnaliser son intervention en s'appuyant sur les besoins et les résultats de chaque élève. L'apprentissage est d'ailleurs un processus individuel, même quand il se produit dans les groupes¹²⁶. »

¹²³ OCDE, *Comment apprend-on ? La recherche au service de la pratique*, op. cit., p. 16, 133, 134.

¹²⁴ Rose D. H. et Meyer A., *Teaching Every Student in the Digital Age. Universal Design for Learning*, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 2002.

¹²⁵ OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, op. cit., p. 66.

¹²⁶ Pasquinelli Elena, « Améliorer le dialogue entre les sciences cognitives et l'éducation en s'inspirant des relations entre la recherche fondamentale et la médecine clinique », op. cit., p. 28.



Elena Pasquinelli reconnaît que « ces méthodes s'accordent bien avec des constats de tous les jours : nous ne sommes pas tous pareils, nous n'apprenons pas de la même manière. Certains d'entre nous ont plus de facilités à mémoriser des images, d'autres des informations sous forme sonore. Cependant, *in fine*, tout le monde a besoin de se voir présenter le contenu dans la modalité la plus adaptée au contenu lui-même, et l'objectif de l'apprentissage – scolaire (mais pas que) – n'est pas de garder certaines images ou sons en mémoire, mais bien de comprendre la signification des choses¹²⁷ ». Ces constats sont totalement compatibles avec le travail fait en gestion mentale pour passer de l'évocation à la compréhension, de l'image au concept, et surtout pour aider les élèves à repérer les étapes incontournables qui vont leur permettre d'accéder à la compréhension. Car dire : « N'en reste pas aux images et aux mots que tu as mis dans ta tête, il faut, à partir de ça, comprendre et construire des concepts », n'est pas suffisant pour beaucoup d'élèves qui ont besoin d'être accompagnés dans cette démarche exigeante. Quand Steve Masson, au cours du stage « Mieux comprendre le cerveau pour mieux enseigner : une introduction à la neuroéducation¹²⁸ », dit que l'on repère trois régions cérébrales essentielles pour l'enseignement (auditive, visuelle et somatosensorielle) et que l'architecture du cerveau influence l'apprentissage, il reconnaît que le cerveau de l'élève impose des contraintes, des façons de faire différentes, des manières d'enseigner et d'intervenir. Il précise que si tous les cerveaux fonctionnent globalement semblablement dans leur dimension macro-organisationnelle, chaque personne se distingue par la micro-organisation de son cerveau. Nous nous intéressons à la gestion mentale depuis 1990 et nous en avons retiré de grands bénéfices intellectuels, pédagogiques et

¹²⁷ Pasquinelli Elena, *Mon cerveau, ce héros. Mythes et réalité*, Paris, Le Pommier, 2015, p. 155.

¹²⁸ Stage organisé par Initiative et Formation Provence du 6 au 9 juillet 2015 à Aix-en-Provence. On peut trouver en ligne de nombreux cours de Steve Masson sur ce sujet.

didactiques. D'abord, une approche affinée des arcanes de l'introspection cognitive, une maîtrise du lexique qui permet de décrire précisément les gestes mentaux, une pédagogie mieux outillée. Être en mesure de dire concrètement aux élèves comment être attentifs, comment mémoriser, comprendre, réfléchir, imaginer, leur faire découvrir les procédures qui leur permettent de réussir les tâches proposées, les amener à repérer les invariants liés à cette tâche mais aussi les particularités attachées à leur propre mode de fonctionnement, donnent de la crédibilité à notre enseignement. En entretien individuel, initier l'élève au « regard intérieur » et lui ouvrir la possibilité de découvrir comment il fonctionne, lui donner confiance en ses capacités et les moyens de développer ses compétences, aboutit souvent à une relation de confiance appréciable. Combien d'élèves arrivant en lycée professionnel avons-nous entendu nous dire en fin d'entretien : « Finalement, il se passe bien des choses dans mon cerveau, depuis le temps qu'on me dit que j'ai rien dans la tête ! » ou : « Mais alors, je pense moi aussi finalement ! » ou encore : « J'avais jamais compris ce qui se passait dedans ma tête avant, je savais pas qu'on pouvait aller y voir. » En classe, des exercices d'entraînement à la mémorisation en début d'année, sur les contenus disciplinaires, nous ont permis d'amener les jeunes à découvrir que chacun dispose de modes de fonctionnement qui lui sont propres et que tous sont également valides et légitimes. Ces échanges fructueux sur les façons de procéder ouvrent les esprits à la diversité et incitent au respect de l'autre, les confrontations d'expériences singulières participent à la fondation du groupe classe. Les élèves accèdent très vite au vocabulaire qui leur permet de mettre des mots sur les activités mentales. Ils apprennent à cerner leurs besoins et à demander l'aide spécifique qui les fait avancer. Dans un premier temps, recourir sciemment aux procédures les plus familières les rassure et leur permet de prendre confiance en eux, en particulier dans les



disciplines dans lesquelles ils sont en difficulté. Dans un deuxième temps, ils découvrent et expérimentent d'autres façons de procéder pour élargir la palette des possibles.

Sur le plan didactique, nous avons systématiquement eu recours à des « modes opératoires » pour initier les élèves à des exercices qui les mettent souvent en échec, à commencer par la lecture de textes littéraires mais aussi la recherche de problématiques, la compréhension de sujets et d'énoncés, le commentaire composé, l'analyse de documents en histoire ou en géographie...

Bien évidemment, il n'est jamais question de classer les jeunes en fonction de profils, ou de leur asséner un hypothétique diagnostic quant à leur façon de fonctionner, pas de questionnaires pour trier les élèves, pas d'enfermement dans des cases. Nous entendons souvent parler de ces dérives. Elles existent probablement ; mais si l'on doit juger une démarche à l'aune de ses dérives, il y a fort à parier qu'aucune n'échappe à la condamnation.

Peut-être constaterait-on moins de dérapages et de querelles stériles si les passerelles entre sciences cognitives et éducation étaient plus nombreuses et si scientifiques et pédagogues pouvaient s'écouter vraiment ?

PISTES PÉDAGOGIQUES

- Distinguer clairement ce qui relève des pratiques pédagogiques opérantes et ce qui relève des théories scientifiques validées par plusieurs publications dans des revues scientifiques avec comité de lecture.
 - Se fier plutôt aux livres et aux articles scientifiques qu'aux revues de vulgarisation.
 - Se préoccuper toujours lorsqu'on souhaite s'inspirer de théories scientifiques en pédagogie :
 - de la dimension éthique : ces méthodes ne risquent-elles pas de nuire aux élèves ?
 - de la cohérence : cette influence est-elle compatible avec mon style d'enseignement ?
 - de l'évaluation, par le professeur et l'équipe d'enseignants et d'éducateurs, par les élèves, éventuellement les familles, quand c'est possible des observateurs extérieurs.
-



CONCLUSION

Nombreux sont ceux qui lisent, se forment, expérimentent, échangent, réfléchissent... et pensent, riches de ces expériences, que les sciences cognitives ont bien leur place dans la

formation initiale et continue des enseignants. Comment ne pas se réjouir, en effet, que des découvertes scientifiques s'avèrent cohérentes avec des pratiques pédagogiques et l'éthique du métier ? Les autres sciences de l'éducation comme la pédagogie, la didactique, la psychologie, la sociologie, la philosophie... ne sont pas supplantées mais au contraire enrichies par les apports de la science de l'apprentissage.

Laisser le temps pour évoquer les consignes, construire des images mentales et enregistrer les connaissances, initier à l'introspection cognitive dès la maternelle, repérer les situations de double tâche périlleuses pour les jeunes enfants et les élèves les plus fragiles, expliquer comment fonctionne le cerveau pour remotiver, expliciter la compréhension et l'abstraction, montrer comment maintenir

l'attention, entraîner à l'inhibition... Autant de pratiques inspirées des sciences cognitives qui vont dans le sens d'un changement de posture de l'enseignant qui ne transmet plus seulement des savoirs mais développe une expertise de l'appropriation des connaissances par les élèves : il conçoit des stratégies et dispositifs, recourt à des méthodes, crée un environnement favorable à la construction de la pensée et à la métacognition qui conduisent à l'autonomie. Il accompagne les apprentissages grâce à une bonne maîtrise des mécanismes cognitifs, il met à disposition des ressources en prenant en compte les besoins spécifiques tout en favorisant les interactions entre élèves et la cohésion du groupe classe. Une posture qui requiert de multiples compétences et qui suppose une solide formation initiale et continue.

Peut-être faudrait-il imaginer un maillon entre les scientifiques et les enseignants pour assurer la communication et le transfert du laboratoire à la classe, des formateurs qui disposeraient à la fois d'une formation scientifique et de compétences pédagogiques, à même de former les professeurs et de les accompagner en analyse des pratiques ? Il ne s'agit pas de fournir des modules clé en main ou d'imposer les bonnes pratiques mais de permettre aux pédagogues de s'approprier cette culture pour enrichir et optimiser leur enseignement en fonction de l'âge et du niveau des élèves, de la discipline, du contexte dans lequel ils exercent, de leur style d'enseignement... La plupart des chercheurs incitent d'ailleurs à la prudence prescriptive comme Elena Pasquinelli¹²⁹ qui nous rappelle que les neurosciences ne sont pas pour le pédagogue un GPS qui lui imposerait une pratique mais une boussole qui oriente sa réflexion.

¹²⁹ Pasquinelli Elena, « Améliorer le dialogue entre les sciences cognitives et l'éducation en s'inspirant des relations entre la recherche fondamentale et la médecine clinique », ANAE. *La Neuroéducation*, op. cit., p. 23-29.



BIBLIOGRAPHIE

- Bourassa Michelle, Menot-Martin Mylène, Pihlon Ruth, *Neurosciences et éducation. Pour apprendre et accompagner*, Bruxelles, De Boeck, 2017.
- Brown Peter C., Roediger Henry L., McDaniel Mark A., *Mets-toi ça dans la tête! Les stratégies d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives*, Genève, éditions Markus Haller, 2016.
- Eustache Francis, Guillery-Girard Bérengère, *La Neuroéducation. La mémoire au cœur des apprentissages*, Paris, Odile Jacob, 2016.
- Favre Daniel, *Cessons de démobiler les élèves. 19 clés pour favoriser l'apprentissage*, Paris, Dunod, 2015.
- Hattie John, *L'Apprentissage visible pour les enseignants. Connaître son impact pour maximiser le rendement des élèves*, Montréal, Presses de l'université du Québec, 2017.
- Houdé Olivier, *Apprendre à résister*, Paris, Le Pommier, coll. « Manifestes », 2014.
- Lachaux Jean-Philippe, *Le Cerveau attentif. Contrôle, maîtrise et lâcher-prise*, Paris, Odile Jacob, 2013.
- Lachaux Jean-Philippe, *Le Cerveau funambule. Comprendre et apprivoiser son attention grâce aux neurosciences*, Paris, Odile Jacob, 2015.
- Lachaux Jean-Philippe, *Les Petites Bulles de l'attention. Se concentrer dans un monde de distractions*, Paris, Odile Jacob, 2016.
- Masson Steve (dir.), « La Neuroéducation », ANAE, n° 134, 2015.
- « Neurosciences et pédagogie », *Les Cahiers pédagogiques*, n° 527, février 2016.
- OCDE, *Comprendre le cerveau : vers une nouvelle science de l'apprentissage*, Paris, OCDE, 2002.
- OCDE, *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, Paris, OCDE, 2007.

OCDE, *Comment apprend-on? La recherche au service de la pratique*, Paris, OCDE, 2010.

Pasquinelli Elena, *Du labo à l'école : science et apprentissage*, Paris, Le Pommier, 2014.

Pasquinelli Elena, *Mon cerveau ce héros. Mythes et réalité*, Paris, Le Pommier, 2015.

Stordeur Joseph, *Comprendre, apprendre, mémoriser. Les neurosciences au service de la pédagogie*, Bruxelles, De Boeck, 2014.

Toscani Pascale (dir.), *Les Neurosciences de l'éducation. De la théorie à la pratique en classe*, Lyon, Chronique sociale, 2017.

SITOGRAPHIE

Association pour la recherche en neuroéducation (nombreux films et documents) :

<https://www.youtube.com/user/ANeuroeducation>

Blog canadien (« Le cerveau à tous les niveaux ») fournissant des explications adaptées au niveau souhaité :

<http://lecerveau.mcgill.ca/intermediaire.php>

Canal U, accès à 242 films sur les neurosciences classés par thèmes, niveaux et auteurs :

https://www.canal-u.tv/recherche/?q=Neurosciences&submitProgramSearch=0&simpleform_submitted=searchbar-form&fromSimpleForm=1

Cartographie du système cérébral (83 min.) :

www.canal-u.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/la_cartographie_du_systeme_cerebral.1222

Collège de France (135 cours de Stanislas Dehaene et de ses invités) :

www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/_audiovideos.htm

Colloque « L'aventure des neurosciences, des territoires de la recherche aux défis de l'éducation » (communications des intervenants au colloque) :

<https://www.uco.fr/evenements/colloqueneurosciences/communications/>

Fédération pour la recherche sur le cerveau :

www.frc.asso.fr/Le-cerveau-et-la-recherche/A-la-decouverte-du-cerveau

Inserm, onglet « Neurosciences, sciences cognitives » :

<http://www.inserm.fr/#>

SUR LA MÊME THÉMATIQUE



Découvrir le cerveau à l'école

Sandrine Rossi,
Amélie Lubin
et Céline Lanoë
2017

Livre : réf. 140B4620 – 16,90 €
PDF : réf. 140B4621 – 7,99 €



Classes inversées

Marcel Lebrun
et Julie Lecoq
2015

Livre : réf. 860B8514 – 16,90 €
PDF : réf. 860NU006 – 6,90 €
ePub : réf. 860NU007 – 6,90 €



Apprendre avec les serious games ?

Julian Alvarez,
Olivier Rampnoux
et Damien Djaouti
2016

Livre : réf. 860B8515 – 9,90 €



Agence des usages

Qu'en dit la recherche ?
Gratuit

<https://www.reseau-canope.fr/agence-des-usages.html>



Conférence internationale sur le rôle de l'expérimentation dans le domaine éducatif

Conseil scientifique de l'Éducation nationale
2018
Gratuit

<https://www.reseau-canope.fr/conference-internationale-sur-le-role-de-l'experimentation-dans-le-domaine-educatif>

À DÉCOUVRIR ÉGALEMENT :

LES PUBLICATIONS DES *CAHIERS PÉDAGOGIQUES*

**Aider à mémoriser [version numérique]
Neurosciences et pédagogie
Les tâches complexes à la loupe**

www.cahiers-pedagogiques.com/-publications-

ON NE PEUT IGNORER LE DÉVELOPPEMENT DES SCIENCES COGNITIVES

Les travaux de recherche en sciences cognitives nous éclairent sur le fonctionnement du cerveau. Peuvent-elles nourrir et améliorer les pratiques pédagogiques des enseignants ? Peuvent-elles changer l'école ?

Cet ouvrage montre les liens entre les apports de ces recherches qui concernent la perception, l'attention, la compréhension, la mémorisation, les apprentissages, les émotions et l'enseignement. Il interroge aussi les relations que les chercheurs et les pédagogues pourraient entretenir pour optimiser leur collaboration au service des élèves. Enfin, si l'attrait et l'intérêt pour les sciences cognitives sont aujourd'hui très forts en ce qu'elles pourraient aider l'enfant à réussir, l'ouvrage appelle cependant à une nécessaire vigilance pour déjouer les neuromythes.

NICOLE BOUIN

Professeure de lettres-histoire en lycées professionnels pendant quarante ans, diplômée en sciences de l'éducation et en psychologie cognitive, formatrice d'enseignants, Nicole Bouin est impliquée dans des associations pour la prévention du décrochage et l'accompagnement d'enfants porteurs de troubles des apprentissages.



Cet ouvrage existe en version imprimée.

NOUS FAISONS LEURE CONNAISSAGE APPRENTISSAGE VOIRE NOURRIR UES. DANS CET , NOUS NOUS D HERCHES APPOR OUVRAGE VISE ENTRE DES TRA PTION, L'ATTE A MÉMORISATIO ÉMOTIONS... ET

ÉCLAIRER
Pour décrypter l'essentiel

SUR LE MÊME ORGANE ET TIONS N'AIENT RIEN À S CERTAINES EXPÉRIMENTAT DES PRESCRIPTIONS ANCIENNES, COM L'ENSEIGNEMENT DISTRIBUÉ. LA VAL TION DE PRATIQUES EMPIRIQUES PAR SCIENCE PERMET DE CONVAINCRE LES RÉCALCITRANTS. D'AUTRES ÉTUDES I LIDENT AU CONTRAIRE DES PRATIQUE TUITIVES ET PERMETTENT À DES PRO SIONNELS D'AGIR EN FONCTION DE S

CANOPÉ ÉDITIONS



ISSN 2426-0207
ISBN 978-2-240-04691-8
Ref. W0008865

ÉCLAIRER

ENDRE ET P RCICES SÉR ES LES EXP