

Jean-Luc Berthier, Grégoire Borst,  
Mickaël Desnos, Frédéric Guilleray

# Les neurosciences cognitives dans la classe

Guide pour expérimenter et adapter  
ses pratiques pédagogiques

Préface d'Olivier Houdé

2<sup>e</sup> édition actualisée



Composition : Maryse Claisse

Illustration de couverture : © Sebastian Kaulitzki/Adobe Stock

© 2018, ESF sciences humaines

Cognitia SAS

3, rue Geoffroy-Marie - 75009 Paris

2<sup>e</sup> édition actualisée 2021

[www.esf-scienceshumaines.fr](http://www.esf-scienceshumaines.fr)



ISBN : 978-2-7101-4314-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> a, 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 ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite » (art. L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# Table des matières

Préface .....	7
Introduction .....	11

## Première partie Contexte des neurosciences cognitives

1. Neurosciences cognitives, de quoi parle-t-on ? .....	18
2. Ce que peuvent apporter les neurosciences cognitives à la pédagogie ..	20
3. Un thème très attractif qui appelle à la prudence .....	23
4. Les pas lents de la science .....	27
5. Les résultats moroses des enquêtes internationales .....	30
6. Tous les acteurs de l'éducation sont concernés .....	32
7. L'établissement apprenant .....	36
8. Quelques notions biologiques sur le cerveau .....	38
9. Les techniques d'imagerie cérébrale .....	42

## Deuxième partie Les neuromythes

1. Combattre les neuromythes par une indispensable rigueur intellectuelle	44
2. Neuromythes : origine et tentation .....	45
3. Neuromythes : florilège .....	46

## Troisième partie Les fiches pour expérimenter et se former

Enseignants expérimentateurs, une autre manière d'exercer son métier .....	52
Observer les effets de nouvelles modalités sur les élèves .....	56
La fonction de passeur .....	59
Le concept de Cogni'classe .....	61
Nécessité d'un projet .....	67
Conseils de mise en œuvre d'un projet sciences cognitives en classe ..	73
Apprendre leur cognition aux élèves .....	77
La fonction de relais .....	79
La place des personnels de direction .....	81

## Quatrième partie

### Les fiches théoriques

<b>1. Les conditions de l'apprentissage</b> . . . . .	85
Les proto-compétences et l'apprentissage . . . . .	86
L'enfance et l'adolescence sont-elles des périodes privilégiées pour apprendre ? . . . . .	88
Les rythmes du cerveau apprenant : fulgurant et très lent . . . . .	90
Les processus de l'apprentissage sont-ils identiques pour tous les cerveaux ? . . . . .	92
Les émotions dans les apprentissages . . . . .	94
Apprendre en contexte social. . . . .	96
La motivation. . . . .	98
Jeu et apprentissage. . . . .	100
Sommeil et apprentissage. . . . .	102
Drogues, alcool et apprentissage. . . . .	104
Troubles des apprentissages . . . . .	106
<b>2. Attention et fonctions exécutives</b> . . . . .	109
Fonctions exécutives. . . . .	110
Attention et concentration. . . . .	111
Quelques causes d'inattention. . . . .	112
Systèmes 1, 2 et 3, ou apprendre à résister. . . . .	114
Développement de l'attention sélective . . . . .	116
Effets de la méditation en classe . . . . .	118
<b>3. Mémorisation</b>	
Quelques idées clés à propos de nos mémoires. . . . .	120
Panorama des mémoires. . . . .	122
Qu'est-ce que l'oubli ? . . . . .	124
Mémoire de travail : l'atelier du cerveau . . . . .	126
La consolidation des acquis. . . . .	128
Mémorisation active : se tester pour mémoriser . . . . .	130
Erreur, ressenti de l'erreur et <i>feedback</i> . . . . .	132
Les procédures au service des apprentissages scolaires. . . . .	134
Les modes de rappel et l'évaluation . . . . .	136
<b>4. Compréhension</b>	
Savoir pour comprendre . . . . .	140
Désapprendre pour apprendre. . . . .	142

## Cinquième partie

### Les fiches pédagogiques

Introduction . . . . .	144
<b>1. Attention et fonctions exécutives</b>	
Mise au calme des esprits . . . . .	146
Développement de l'attention en EPS chez les élèves jeunes . . . . .	151
Proposer un programme attentionnel aux élèves . . . . .	154
Séquences d'observation attentive . . . . .	157
Pratiquer la double modalité de présentation . . . . .	160
Améliorer les documents pédagogiques . . . . .	162
Le calcul mental à l'envers. . . . .	164
Utiliser le TNI . . . . .	167
<b>2. Mémorisation</b>	
La place de la mémorisation dans l'apprentissage . . . . .	170
Stratégies de consolidation en mémoire . . . . .	174
Flécher les essentiels . . . . .	176
Les temps de mémorisation en classe. . . . .	180
Fin du cours : acte 1 de la mémorisation des essentiels . . . . .	183
Fiches de mémorisation pour apprendre activement . . . . .	184
Planifier un calendrier de reprises expansées . . . . .	189
Efficacité des fiches de mémorisation et du calendrier de reprises . . . . .	195
La personnalisation de la mémorisation par un outil numérique . . . . .	198
Le cahier de réactivation . . . . .	201
Évaluer un outil basé sur la mémorisation. . . . .	204
L'acquisition d'un savoir-faire . . . . .	207
<b>3. Compréhension</b>	
Aider les élèves à comprendre . . . . .	212
Le test de positionnement . . . . .	216
La technique des prérequis . . . . .	217
Optimiser la gestion de la mémoire de travail . . . . .	219
Les cartes mentales . . . . .	221
Le transfert en apprentissage . . . . .	225
L'acquisition d'un solide vocabulaire de base . . . . .	227
Prendre en compte la polysémie . . . . .	229

#### 4. Implication

Le cours à 5 temps : une modalité complète pour stimuler l'apprentissage . . . . .	234
Gérer la différenciation pédagogique . . . . .	240

#### 5. Évaluation

Vigilance sur les différentes modalités de rappel . . . . .	246
Se rapprocher de l'esprit de l'évaluation par contrat de confiance (EPCC) . . . . .	248
Planifier la préparation d'un contrôle . . . . .	252

## Sixième partie Les fiches numériques

Quelle place pour le numérique ? . . . . .	256
Numérique : illusion ou efficacité. . . . .	261
Anki, logiciel de mémorisation à parcours individualisé . . . . .	264
Socrative : évaluer, comprendre, mémoriser . . . . .	266
Kahoot, réactiver et stimuler . . . . .	268
Plickers, sans tablette pour les élèves . . . . .	270
Quizlet pour réviser et mémoriser . . . . .	273
Quizlet et Anki sont-ils des outils similaires ? . . . . .	275
Duolingo et Memrise, apprendre une langue avec des logiciels de mémorisation . . . . .	276
Quizinière, concevoir des exercices pour le travail en autonomie. . . . .	278
Les studios de création de cartes mentales. . . . .	279
Unio by Harness : différencier et impliquer . . . . .	281
Vyond, Animaker and co, créer pour inverser et synthétiser ou faire créer pour engager. . . . .	283
Genially, créer ou collaborer à la création de contenus interactifs engageants . . . . .	286
Learning Apps, créer des activités accessibles en ligne. . . . .	288
Padlet, échanger et coopérer. . . . .	291
Edpuzzle, créer des vidéos interactives. . . . .	292
Google et Framasoft, partager et collaborer en îlots ou en dehors de la classe . . . . .	294
Veiller les TICE pour l'apprentissage. . . . .	296
Bases de ressources pédagogiques, inverser, adapter et engager avec les bases de ressources pédagogiques. . . . .	299
<b>Bibliographie.</b> . . . . .	<b>303</b>

# Préface

La pédagogie est un art qui doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques actualisées. En apportant des indications sur les capacités et les contraintes du « cerveau qui apprend », la psychologie expérimentale du développement de l'enfant et les neurosciences cognitives peuvent aider à expliquer pourquoi certaines situations d'apprentissage sont plus efficaces que d'autres.

En retour, le monde de l'éducation, informé qu'il est de la pratique quotidienne – l'actualité de la pédagogie –, peut suggérer des idées originales d'expérimentation. Ainsi se développe aujourd'hui un aller-retour du labo à l'école. Ces découvertes commencent aussi à être enseignées aux étudiants des Instituts nationaux supérieurs du professorat et de l'éducation (Inspé) en France. Une dynamique comparable se met en place, de l'école à l'université, en Belgique, en Suisse et au Canada (Masson et Borst, 2017), pays francophones visés par cet ouvrage.

Un tel intérêt porté à l'élève et à son cerveau, en termes d'attentes, de contraintes et de potentiel d'apprentissage, renoue avec l'esprit des pionniers des pédagogies nouvelles du <sup>xx</sup>e siècle tels que Maria Montessori en Italie, Célestin Freinet en France et Ovide Decroly en Belgique (Houdé, 2018).

L'engouement pour la neuroéducation est tel qu'il faut toutefois d'emblée calmer les ardeurs. Je l'ai récemment fait dans une chronique du magazine *Cerveau & Psycho* intitulée « L'école des cerveaux. La neuroéducation : magie ou science ? »<sup>1</sup>. À propos du livre à grand succès de Céline Alvarez, *Les Lois naturelles de l'enfant* (Alvarez, 2016), j'y rappelais la nécessité d'évaluations scientifiques sérieuses de l'impact pédagogique « hors laboratoire » de telles applications pratiques des sciences cognitives et du cerveau à l'école.

Si l'on veut une approche rigoureuse, la méthode expérimentale stricte doit s'appliquer ici, autant que possible, en sciences de l'éducation ou neuroéducation comme elle s'applique en sciences médicales depuis Claude Bernard au <sup>xix</sup>e siècle (on parle aujourd'hui d'*evidence-based medicine* en anglais). Il faut, premièrement, un pré-test et des post-tests immédiats et différés, strictement identiques, et deuxièmement, l'ensemble du protocole pédagogique expérimental mis en parallèle avec un groupe contrôle en tout point apparié. C'est le *b.a.-ba* d'une *evidence-based education* fondée sur les résultats de la recherche.

Dans cet esprit, mon laboratoire du CNRS, le LaPsyDÉ, a lancé une grande expérimentation participative depuis la rentrée 2017 avec le groupe Nathan et sa

---

1. Houdé O., « La neuroéducation : magie ou science ? », *Cerveau & Psycho/Pour la science*, Chronique L'école des cerveaux, n° 86, 2017, p. 80-83.

plateforme numérique *Lea* (L'école aujourd'hui), une communauté pédagogique qui comporte déjà plus de 80 000 enseignants issus des écoles de toute la francophonie.

En 2011, le neuropsychologue Xavier Seron a rédigé un texte critique sur la neuropédagogie à propos de son champ d'expertise : les mathématiques (Seron, 2011). Il y montre, de façon très documentée, que la complexité des interprétations cognitives et comportementales des activations cérébrales ainsi que les contradictions entre chercheurs sur ces mêmes interprétations rendent encore difficiles, voire risquées, les transpositions pédagogiques.

Le psychologue cognitiviste Michel Fayol a émis des réserves comparables, soulignant que l'analyse classique des comportements des élèves et des performances réalisées, en suivi transversal (par groupes d'âge) et (ou) longitudinal (les mêmes enfants à travers les âges), reste actuellement plus efficace que le passage, encore trop hypothétique, par le cerveau. Ces objections sont résumées, avec d'autres, dans une très bonne *Enquête sur la neuropédagogie* menée par la journaliste de sciences humaines Martine Fournier (2016).

Toutefois (et c'est le point de vue de l'instituteur que je prends ici), les professeurs des écoles, doués eux-mêmes d'esprit critique, ne prenant pas la (neuro) science pour « argent comptant », décelant les contradictions par rapport à leurs expériences de terrain (ou leurs lectures croisées), mais avides de formation, ont déjà le désir légitime d'éclairer leurs pratiques, de les améliorer, par les connaissances et théories scientifiques (c'est-à-dire validées, publiées) nouvelles sur le cerveau des élèves. Et cela en relation étroite avec l'analyse classique des comportements et des performances.

Nous, psychologues et neuroscientifiques, avons dès lors le devoir de les éclairer en cette matière (en accord avec Ansari *et al.*, 2012, et Sigman *et al.*, 2014), tout en reconnaissant (i) la part d'incertitude de ces données nouvelles, (ii) la nécessité d'une évaluation scientifique des dispositifs pédagogiques qui en seraient déduits et, surtout, (iii) en les mettant en perspective avec les connaissances et théories classiques qu'ils ont déjà acquises (parfois, ici, confortées, nuancées ou au contraire invalidées) notamment en psychologie du développement de l'enfant, de l'apprentissage et de l'éducation. Il ne s'agit pas de tout réinventer ou révolutionner, mais de compléter l'édifice historique des sciences de l'éducation, au sens le plus solide du terme, c'est-à-dire aujourd'hui neuroscientifique.

Comme le soulignait Maurice Merleau-Ponty au Collège de France au milieu du xx<sup>e</sup> siècle, il s'agit « d'enseigner la science en train de se faire » (c'est devenu la devise de cette prestigieuse institution). Adoptons, en ce début de xxi<sup>e</sup> siècle, la même démarche pour les sciences cognitives et du cerveau auprès des enseignants, de l'école maternelle à l'université.



C'est l'objet de ce livre *Les Neurosciences cognitives dans la classe*, réalisé par un quatuor très original, Jean-Luc Berthier, proviseur honoraire, créateur et animateur des Cogni'classes, Grégoire Borst, professeur d'université et chercheur de pointe en psychologie du développement et neurosciences cognitives de l'éducation, Frédéric Guilleray, enseignant SVT, formateur et diplômé en sciences cognitives, et Mickaël Desnos, spécialiste des outils numériques de l'apprentissage, notamment les MOOCs.

À l'opposé d'une « neuroscience *top-down* », c'est-à-dire imposée d'en haut par des neuroscientifiques hors-sol, chacun des auteurs de ce livre croit, comme moi-même, en une neuroscience de l'éducation fondée sur la recherche participative (les Cogni'classes en sont un exemple) et le partage des connaissances (ici les fiches théoriques, les pistes pratiques, les témoignages, etc.). C'est la garantie d'une adhésion réelle, durable, des enseignants *via* des recherches-actions, des allers-retours féconds du labo à l'école.

Olivier Houdé,  
professeur à l'université Paris-Descartes,  
directeur du Laboratoire de psychologie du développement et  
de l'éducation de l'enfant (LaPsyDÉ) du CNRS à la Sorbonne.

Paris, le 15 avril 2018.

## Références

- Alvarez C., *Les Lois naturelles de l'enfant*, Les Arènes, 2016.
- Ansari D. *et al.*, « Neuroeducation: A critical overview of an emerging field », *Neuroethics*, 5, p. 105-117, 2012.
- Fournier M., « Enquête sur la neuropédagogie », in M. Fournier (éd.), *Éduquer et former* (p. 173-177), Sciences Humaines Édition, 2016.
- Houdé O., *L'École du cerveau. De Montessori, Freinet et Piaget aux sciences cognitives*, Mardaga, 2018.
- Masson S. et Borst G., *Méthodes de recherche en neuroéducation*, Presses universitaires du Québec, 2007.
- Seron X., « Can teachers count on mathematical neurosciences? », in M. Della Sala et M. Anderson (éd.), *Neuroscience in Education: The Good, the Bad and the Ugly* (p. 84-110), Oxford University Press, 2011.
- Sigman M. *et al.*, « Neuroscience and education: Prime time to build the bridge », *Nature Neuroscience*, 17, p. 497-502, 2014.



# Introduction

**A**u cours des dernières décennies, les neurosciences cognitives ont franchi un bond important dans la compréhension des processus universels qui sous-tendent l'apprentissage de tous les cerveaux du monde, dans les champs de la mémorisation, de la compréhension, de la mobilisation de l'attention, de l'implication dans des pédagogies actives, et de la place pertinente du numérique. Il n'est plus concevable aujourd'hui que les enseignants et formateurs en ignorent les éléments clés et ne les traduisent en modalités pédagogiques. Il n'est plus acceptable d'ignorer ces connaissances pour tenter de remédier à ces plaies récurrentes que sont la difficulté scolaire, le décrochage, les échecs en début de cycle universitaire, l'insuffisante formation des futurs adultes aux compétences psychosociales ou tout simplement pour accroître l'indispensable performance des formations et le plaisir d'apprendre.

Nous ne pouvons pas, par ailleurs, rester indifférents aux constats des enquêtes internationales, tout en faisant preuve de prudence sur leur interprétation et en étant attentifs sur le fonctionnement de systèmes étrangers.

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

Telles sont quelques pistes auxquelles notre équipe tente, depuis plusieurs années déjà, d'apporter des réponses, les plus concrètes possibles, à vivre dans la classe. La visée de cet ouvrage est bien de les présenter et de vous inviter à les partager et à les démultiplier. Nous avançons ensemble.

## **Derrière cet ouvrage, une équipe d'enseignants, de personnels d'encadrement et de chercheurs**

L'équipe à l'origine de cet ouvrage est constituée d'enseignants qui expérimentent depuis plusieurs années des modalités pédagogiques largement inspirées des neurosciences cognitives, essentiellement autour des axes énoncés plus

haut, mais pas encore autour de thèmes complexes qui ne relèvent pas de notre expertise, tels que les troubles de l'apprentissage, de l'attention ou des hauts potentiels.

Ces enseignants couvrent l'ensemble des cycles scolaires, du premier degré aux classes terminales, voire au post-bac, et sont mus par une immense curiosité, qui les a amenés à se former solidement aux neurosciences cognitives, ne cessant de tester et d'améliorer avec leurs élèves des pratiques novatrices. Certains d'entre eux sont devenus formateurs reconnus dans plusieurs académies, autour du thème des neurosciences cognitives et de la pédagogie, ou se préparent à le devenir. Nous participons en parallèle à la montée en charge de formateurs au sein d'un réseau de relais-ressources en établissement, que vous pouvez rejoindre en nous contactant par l'adresse de messagerie indiquée ci-dessous.

Nous bénéficions de l'apport et du soutien d'un nombre croissant de personnels d'encadrement, de très nombreux personnels de direction, d'inspecteurs de l'Éducation nationale dans le premier degré, d'IA-IPR dans le second, de CARDIE, de directeurs départementaux de l'Éducation nationale et de recteurs. Nous travaillons en partenariat étroit avec des organisations extérieures à l'Éducation nationale, comme l'armée de Terre qui met en œuvre des pédagogies efficaces s'appuyant sur des préconisations des sciences cognitives et l'utilisation pertinente d'outils numériques associés.

Notre équipe inclut des chercheurs en sciences cognitives spécialisés dans l'éducation, car il ne nous semble ni sérieux ni honnête de mettre en œuvre des axes issus de ces sciences sans s'assurer de leur pleine crédibilité. Nous travaillons en étroite collaboration avec plusieurs laboratoires de recherche universitaire en psychologie cognitive, dont le Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (LaPsyDé) rattaché au CNRS et à l'université Paris-Descartes en Sorbonne. Le monde de l'éducation a besoin de s'adosser à des références ne pouvant laisser aucun doute sur les fondements théoriques sur lesquels s'appuient les pistes pédagogiques que nous proposons dans cet ouvrage. À l'inverse, le monde de la recherche éprouve de plus en plus le besoin de se rapprocher au plus près du terrain de la classe. À ce titre, notre équipe joue le rôle d'interface, et c'est probablement l'une de ses plus grandes forces.

## **Une entrée par un socle théorique de base**

Outre quelques éléments de cadrage du contexte des sciences cognitives dans la classe, le lecteur trouvera un jeu de fiches théoriques volontairement sobres mais claires, posant les idées essentielles qui fondent les pistes pédagogiques. Elles n'ont pas l'ambition de proposer un contenu savant sur la cognition, mais de poser les bases à ne pas ignorer, que le lecteur curieux aura tout loisir d'approfondir de sa propre initiative.

Notre MOOC « Apprendre et enseigner avec les sciences cognitives » mis en place en 2017-2018, qui a accueilli 27 000 participants, et les centaines d'interventions que nous conduisons dans les établissements et les colloques ont permis le lancement d'une très importante expérimentation dans environ 300 classes – dénommées Cogni'classes – soit près d'un millier d'enseignants tant en France qu'à l'étranger. La collecte des observations nous permet de dégager quelques conclusions sur les effets de leur mise en pratique. La stratégie de « preuve par la pratique » vient compléter l'indispensable « pratique par la preuve » préconisée par la méthode scientifique de la recherche.

Notre démarche de sensibilisation-formation s'accompagne très concrètement d'une mise à l'épreuve d'une trentaine de pistes pédagogiques, plus ou moins ambitieuses et aisées à mettre en place et pour la plupart décrites dans l'ouvrage. Elles sont toutes actuellement éprouvées par des équipes pédagogiques mobilisées autour de projets. Nous en décrivons la construction, le suivi possible, la mise en œuvre et l'accompagnement par les équipes de direction des établissements, dans la partie « Expérimenter et se former ».

## **Les pistes pédagogiques forment un ensemble cohérent accessible à tout enseignant**

Nous avons souhaité que cet ouvrage soit opérationnel, au plus près de la vie de la classe, tout en s'appuyant sur un socle théorique fiable. Dans les pistes présentées, le lecteur trouvera :

- De nombreuses modalités autour de la mémorisation, actuellement l'un des maillons faibles de notre enseignement. Nous proposons une réflexion autour de la sélection des notions essentielles dans chaque discipline, limitées en nombre, ce qui permet l'acquisition d'un savoir solide, la construction des compétences et la capacité de résolution des tâches, en compatibilité avec les possibilités d'un cerveau d'élève moyen.
- L'acquisition structurée par des stratégies de reprises, en particulier à rythme expansé, y compris au moyen d'outils numériques qui commencent à entrer dans les pratiques scolaires. Mais aussi par des temps de mémorisation en cours, par des procédés de mémorisation active et d'oralisation, dont l'efficacité de rétention n'est plus à ignorer.
- Des pratiques de pédagogie active, déjà couramment mises en œuvre par un nombre croissant d'enseignants, qui demandent à être perfectionnées, et beaucoup plus largement diffusées et partagées. Nous en donnons quelques exemples.
- La prise en compte de l'apport de la recherche sur les mécanismes de la compréhension et de son intrication avec ceux de la mémorisation. Savoir

pour comprendre, comprendre pour mémoriser, deux processus complémentaires qui se nourrissent mutuellement à travers des activités pédagogiques telles que les cartes d'organisation, la gestion pertinente des prérequis, le cours à 5 temps, ou le travail sur la précision du vocabulaire.

- Les activités visant au développement des capacités attentionnelles, dont les élèves ont besoin tant individuellement, puisqu'elles structurent la réussite dans leur apprentissage mais plus généralement dans leur vie, que collectivement car elles contribuent à l'art de vivre ensemble. Trop peu d'activités scolaires sont dédiées à l'acquisition des compétences de l'attention, un immense effort d'imagination pédagogique restant à engager pour avancer dans cet axe, l'un des plus prometteurs des années à venir.
- Enfin, le passage impératif d'une pédagogie de la transmission vers celle de l'implication active, visant à la fois la stimulation de la motivation, la responsabilisation de chaque élève dans son métier d'apprenant, la construction de son image, et le développement des compétences psychosociales qui font cruellement défaut chez nos élèves et futurs adultes inexorablement voués à l'exercice du travail collaboratif, et auquel le système scolaire les prépare si mal.

Toutes ces pistes seront décrites dans l'ouvrage, par le jeu combiné de la présentation de fiches pédagogiques et de témoignages d'enseignants de notre équipe, mais elles ne constituent aucunement l'alpha et l'oméga de la réussite scolaire. Elles n'en sont qu'une mosaïque encore balbutiante qui ne demande qu'à être éprouvée sur le terrain à l'aune de la diversité des âges, des filières, des types d'établissements, des contextes socioculturels et de la personnalité des enseignants.

## Une évolution plutôt qu'une révolution

Il n'y a pas de révolution dans l'apport des neurosciences cognitives dans l'apprentissage, et nul n'a la prétention d'inventer aujourd'hui ce que des générations de pédagogues ont construit et pratiqué. Mais il s'agit d'opérer une évolution, en partant des compétences professionnelles de chacun, en les prolongeant, les affinant, les combinant. *A contrario*, il serait faux, voire contre-productif, de dire que tout se faisait déjà, et correctement. Les sciences cognitives ont apporté au cours des dernières années, mais au rythme lent de la science, des éléments qui permettent soit de confirmer des pratiques largement éprouvées, soit de les remettre en question, soit enfin de les infirmer en tentant de limiter les effets négatifs de la difficulté scolaire, des impasses de la démotivation et des représentations peu enthousiastes du rapport que chaque élève entretient avec l'école.

Nombre de pistes présentées sont déjà pratiquées par nombre d'enseignants, surtout les plus enclins à vouloir sortir des routines peu efficaces. Mais hélas

encore inégalement, trop rarement, partiellement. La perspective dans laquelle nous nous plaçons est de modifier la posture des enseignants en les faisant glisser d'un statut de « professeurs sachant » transmetteurs de savoirs, vers celle d'enseignants expérimentateurs, à la recherche permanente de nouvelles modalités, ouverts vers de nouvelles compétences. Dynamique évolutive au sein d'un établissement apprenant qui s'autoforme, décroïssonne l'exercice des métiers, suscite la curiosité des savoir-faire entre collègues, le montage de projets collectifs d'équipes autour des neurosciences cognitives qui sont, par essence même, transdisciplinaires, toutes disciplines confondues. Car toutes participent différemment et complémentirement à la mobilisation des mémoires, des fonctions exécutives, à la multiplicité des compétences cognitives qui structurent les futurs adultes et citoyens de demain.

### **Les neurosciences cognitives : une magnifique opportunité d'évolution du système scolaire**

Nous espérons que cet ouvrage sera utile à un nombre croissant d'enseignants qui n'ont jamais autant remis en question leurs pratiques. Le métier d'enseignant est d'une immense difficulté car entremêlant une multitude d'éléments de la psychologie du développement, de la psychologie cognitive, mais aussi les multiples contraintes imposées par le système, de programmes, d'objectifs, d'organisation temporelle, de hiérarchie. L'arrivée des neurosciences cognitives dans le monde scolaire représente une formidable opportunité de questionnements, de remises en question de la posture enseignante, d'interrogations sur l'organisation horaire, les modes d'évaluation, les rythmes, les durées et les contenus des séquences de cours, voire le management des établissements par les équipes de direction. À chacun d'entre nous selon son rôle, d'ouvreur (personnels de direction), de « broker » (interface entre la recherche et le terrain), d'ingénieur de formation (corps d'inspection), de formateur, d'enseignant, de parent et d'élève, de participer de façon cohérente, curieuse et constructive, au mouvement global.

En effet, les élèves participent également pleinement à cette dynamique, car sans leur contribution, sans une meilleure connaissance par eux de leur cognition, sans leur implication pleinement comprise de nouvelles démarches pédagogiques, nous n'évoluerons guère. De récepteurs des savoirs et exécutants, ils deviennent pleinement pilotes de leur développement : sens de l'effort indispensable pour apprendre, sens des exercices autour de l'attention, rôles au cœur des travaux collaboratifs, prise en mains de leurs compétences psychosociales, gestion de leur vie personnelle. Ils deviennent complices de démarches pédagogiques conduites par leurs enseignants, ils participent à l'évolution des pratiques, de leur classe, de leur établissement. Ils deviennent co-inventeurs de l'évolution. En cela peut-être l'apport des neurosciences cognitives est majeur et novateur.

Car elles bousculent à la fois la visée d'apprentissage individuel de savoirs et de compétences, mais la structure même du fonctionnement du système scolaire.

## Des mots-clés qui innervent globalement l'ouvrage

Voici quelques notions essentielles à notre démarche :

- *crédibilité* des connaissances sur le fonctionnement du cerveau de l'élève, en s'appuyant sur les expertises des chercheurs ;
- *dynamique indispensable de formation* de tous les acteurs du système, de sources exogènes (lectures, rencontres, sites, stages externés) et endogènes (stages établissement, interformation entre pairs, ateliers, réunions de déploiement, témoignages) ;
- *curiosité* et *flexibilité des pratiques*, attitude d'oser aller de l'avant, d'oser se tromper ;
- *expérimentation*, car ce sont essentiellement les enseignants qui initient et testent des modalités nouvelles d'apprentissage. L'innovation ne se déploiera pas par décret, mais par le travail incessant et déterminé de « la base ». Expérimentation qui demande à être accompagnée d'un savoir-faire minimal en observation des effets, voire en mesures qui permettent de valider ces modalités afin de pouvoir témoigner, diffuser, convaincre. Par essais et erreurs, avec audace et prudence, rigueur et détermination.
- *humilité* devant la tâche imposante à poursuivre qui n'est encore que balbutiante. Il ne s'agit pas de promettre un miracle, ni l'explosion des résultats mais d'un pas en avant.

Nous invitons tous les lecteurs désireux d'être partie prenante de cette dynamique :

- à visiter notre site de formation, échange et construction de projets : [www.sciences-cognitives.fr](http://www.sciences-cognitives.fr)
- à nous contacter à l'adresse suivante : [contact@sciences-cognitives.fr](mailto:contact@sciences-cognitives.fr)



Voilà l'esprit dans lequel travaille notre équipe. Nous espérons vivement que vous apprécierez le contenu de l'ouvrage, qu'il vous aura stimulé, tel un modeste mais efficace marchepied pour explorer et appliquer plus avant. Nous restons ouverts à vos retours et commentaires.



Première partie

Contexte  
des neurosciences  
cognitives

---

# 1

## Neurosciences cognitives, de quoi parle-t-on ?

Les neurosciences cognitives désignent une discipline scientifique et un domaine de recherche qui ont pour objectif d'identifier et de comprendre le rôle des mécanismes cérébraux impliqués dans les différents domaines de la cognition (perception, langage, mémoire, raisonnement, apprentissages, émotions, fonctions exécutives, motricité, etc.).

Les découvertes de cette nouvelle discipline scientifique (une trentaine d'années) ont permis d'affiner notre compréhension de la cognition, du fonctionnement du cerveau et de ses dysfonctionnements. Les neurosciences cognitives, par leur objet d'études, les problématiques qu'elles abordent et les méthodes qu'elles mobilisent, sont clairement interdisciplinaires à l'interface de la psychologie scientifique (et notamment de la psychologie cognitive qui étudie les processus mentaux impliqués dans toute activité cognitive), des neurosciences, des sciences computationnelles et de l'intelligence artificielle. Les sciences cognitives regroupent l'ensemble de ces disciplines ainsi que toute discipline qui traite de l'acquisition des connaissances (cognition) chez l'homme ou l'animal (philosophie, linguistique, informatique, éthologie, etc.).

Les neurosciences cognitives constituent une vraie révolution pour la psychologie en permettant pour la première fois aux chercheurs de visualiser, à l'aide de la technique d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), le cerveau *in vivo* pendant la résolution d'une tâche ou d'un problème de manière totalement non-invasive. Cette nouvelle technologie, créée au début des années 1990, permet de visualiser non seulement les réseaux cérébraux engagés dans la résolution d'une tâche en étudiant la concentration en oxygène du sang dans les différentes régions du cerveau, mais aussi la structure (épaisseur, volume, surface) des différentes parties du cerveau (IRM anatomique ou IRMa) et leur connectivité (fibres de matière) anatomique (IRM de diffusion ou IRMd).

La neuroéducation (ou neurosciences cognitives de l'éducation) est une sous-discipline des neurosciences cognitives entretenant des liens étroits avec la psychologie de l'éducation, des apprentissages et du développement. La neuroéducation vise à comprendre et à décrire les processus psychologiques et les mécanismes cérébraux qui sous-tendent les apprentissages scolaires fondamentaux (lire, écrire, compter, raisonner, respecter autrui, etc.) des millions d'élèves

qui vont chaque jour à l'école, en comparant avant et après apprentissage les modifications cérébrales et comportementales engendrées par différents types d'apprentissage ou de pédagogies.

Cette nouvelle science des apprentissages (on parle aussi de neuropédagogie ou psychopédagogie) permet aux chercheurs de mieux comprendre les mécanismes neurocognitifs qui sous-tendent les grandes lois de l'apprentissage dans le cerveau humain.

## 2

# Ce que peuvent apporter les neurosciences cognitives à la pédagogie

La prise en compte des connaissances sur le fonctionnement du cerveau de l'apprenant dans les modalités d'apprentissage n'est pas nouvelle. Leur expansion considérable au cours des dernières années a sans doute occulté les réflexions et apports antérieurs. Depuis bientôt deux décennies, des initiatives d'organisations et des revues spécialisées œuvrent activement pour le rapprochement entre neurosciences, psychologie cognitive et éducation. L'idée n'est donc pas complètement nouvelle. Mais elle doit être incessamment remise en question, collée à l'actualité de la recherche.

La paroi étanche qui a longtemps prévalu entre neurosciences cognitives et monde scolaire se perméabilise. L'attractivité naissante exercée sur le monde enseignant par les neurosciences cognitives l'atteste : les MOOCs et parcours m@gistère sur le sujet cumulent une participation impressionnante, les colloques professionnels et les articles se multiplient sur ce thème, les demandes de formation ne parviennent pas à être satisfaites.

Qui oserait encore dire que les recherches sur le cerveau sont de moindre intérêt pour l'efficacité des pratiques pédagogiques ? Était-on capable il y a quelques décennies de planifier l'acquisition en mémoire, en tenant compte des rythmes de l'oubli et de la nécessaire consolidation mnésique ? Avait-on une idée claire du développement des mécanismes de l'attention et du contrôle de la pensée ? Le consensus était-il large sur les principales règles du fonctionnement de la mémoire ? Quel discours tenait-on aux élèves en difficulté sur leurs capacités et leur intelligence ? Avait-on introduit les principes de la métacognition ?

Les exemples se multiplient concernant une meilleure compréhension de l'apprentissage chez l'élève, à partir des résultats de la recherche et de la mise en œuvre sur le terrain. Mais que pourrait bien apporter de neuf le courant des neurosciences cognitives de l'apprentissage ?

### **Non, on ne faisait pas « tout correctement » avant !**

Un enseignant est-il capable d'explicitier précisément ce qu'il attend d'un élève lorsqu'il lui demande « d'être attentif » ? Peut-il définir l'attention ou expliquer

# Bibliographie

- AMADIEU F., TRICOT A., *Apprendre avec le numérique. Mythes et réalités*, Retz, 2014.
- BERTHIER J.-L., GUILLERAY F., *Apprendre à mieux mémoriser*, Nathan, 2020.
- BONNET M., *Quand le cerveau apprend*, ESF Sciences humaines, 2021.
- BORST G., CACHIA A., *Les Méthodes en psychologie*, PUF, coll. « Que sais-je ? », 2016.
- CROISILE B., *Tout sur la mémoire*, Odile Jacob, 2009.
- DEHAENE D. (dir.), *La science au service de l'école*, Odile Jacob, 2019.
- DEHAENE S., *La Bosse des maths*, Odile Jacob, 2010.
- HOUDÉ O., *Apprendre à résister. Pour l'école, contre la terreur*, Le Pommier, coll. « Manifestes », 2017.
- HOUDÉ O., *L'École du cerveau. De Montessori, Freinet et Piaget aux sciences cognitives*, Mardaga, 2018.
- HOUDÉ O., BORST G., *Mon cerveau. Questions ? – Réponses !*, Nathan, 2018.
- HOUDÉ O., BORST G. (dir.), *Le Cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2018.
- KLEIN E., *Le goût du vrai*, Gallimard, 2020.
- LACHAUX J.-P., *Le Cerveau attentif. Contrôle, maîtrise et lâcher-prise*, Odile Jacob, 2011.
- LACHAUX J.-P., *Les Petites Bulles de l'attention*, Odile Jacob, 2016.
- LELEU-GALLAND et SAMARINE F. (dir.), *Pédagogies alternatives*, Nathan, 2020.
- LIEURY A., *Mémoire et réussite scolaire*, Dunod, 2012.
- LIEURY A., *Psychologie cognitive*, Dunod, 2015.
- MASSON S., *Activer ses neurones pour mieux apprendre et enseigner*, 2020.
- MEDJAD N., GIL P., LACROIX P., *Neurolearning. Les neurosciences au service de la formation*, Eyrolles, 2016.
- PASQUINELLI P., *Mon cerveau, ce héros. Mythes et réalités*, Le Pommier, 2015.
- POIREL N., *Votre enfant devant les écrans : ne paniquez pas*, De Boeck, 2020.
- ROEDIGER H. L., MCDANIEL M. A., BROWN P. C., *Mets-toi ça dans la tête !*, Markus Haller, 2016.
- STORDEUR J., *Comprendre, apprendre, mémoriser. Les Neurosciences au service de la pédagogie*, De Boeck Éducation, 2014.
- TOSCANI P., *Apprendre avec les neurosciences*, Chronique sociale, 2012.

Achévé d'imprimer  
en mars 2021 par Dimograp