

Pénurie

Evaluations

ANALYSE

Devoirs

Partenariats

FAPEO

Fédération des Associations de Parents de l'Enseignement Officiel

L'APPORT DES NEUROSCIENCES DANS L'ENSEIGNEMENT

Jean Christophe Meunier

Fédération des Associations de Parents de l'Enseignement Officiel – ASBL

Avenue du Onze Novembre, 57

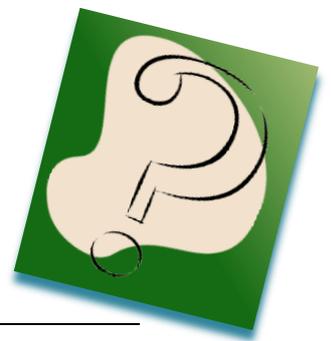
1040 Bruxelles

Tel. : 02/527.25.75 Fax : 02/527.25.70

E-mail : secretariat@fapeo.be

Avec le soutien de la Fédération Wallonie-Bruxelles

L'ANALYSE EN UN COUP D'ŒIL



MOTS-CLEFS

Neurosciences – Éducation – Plasticité – Nouvelles pédagogies – Pédagogie différenciée.

Le rapide développement des neurosciences ces dernières décennies amène des applications possibles et pertinentes dans le monde de l'éducation. En effet, alors que les sciences du cerveau traitent des processus sous-jacents aux apprentissages, l'éducation vise à leur mise en application dans la vie concrète et plus particulièrement, la vie scolaire. Toutefois, bien que des ponts soient évidents entre ces deux disciplines, les neurosciences trainent encore à se décliner dans le monde de l'éducation.

Aujourd'hui, cette discipline communément appelée 'neurosciences de l'éducation' est en plein essor et s'avère plus que prometteuse. Elle n'en reste pourtant qu'à ces balbutiements. La présente analyse se propose de faire le point sur la question et de susciter la réflexion sur la possible mise en place de nouvelles pédagogies influencées par l'apport neuroscientifique. Dans un premier temps, nous aborderons la question du cerveau, en particulier en ce qui concerne sa plasticité, base biologique à toute forme d'apprentissages et qui les rend possibles tout au long de la vie. Ensuite, nous traiterons des fonctions cognitives sous-tendant la mise en place et la consolidation des apprentissages. Enfin, nous susciterons une réflexion quant aux freins et facilitateurs à une meilleure prise en considération des données neuroscientifiques dans le champ de l'éducation.



TABLE DES MATIERES

Introduction.....	3
Le cerveau, les neurones et surtout... les connexions.....	4
les processus cognitifs à la lumière des neurosciences	5
Les quatre piliers d'un apprentissage réussi	5
L'attention.....	5
L'engagement actif	7
Le retour d'information.	7
Consolider les acquis.	8
Les facilitateurs de l'apprentissage.....	9
Vers une plus grande application des neurosciences en contexte scolaire	9
Conclusion.....	11
Pour aller plus loin.....	13
Bibliographie.....	14

INTRODUCTION

Depuis près d'un demi-siècle, les neurosciences se sont considérablement développées et trouvent des applications possibles dans quasi tous les domaines de notre société moderne. Depuis son avènement, ce champ ouvre les portes du cerveau et d'aucuns se mettent à rêver de pouvoir le décrypter et le moduler... que ce soit dans le champ de la santé, de la santé mentale, du marketing, de la politique, de l'économie ou encore de l'art... les applications des neurosciences semblent infinies.

Parmi ces champs d'application, l'éducation et l'enseignement sont un secteur de choix par excellence. En effet, l'éducation traite de la manière d'améliorer les apprentissages et les neurosciences se proposent d'en comprendre les processus mentaux sous-jacents¹. L'apport des neurosciences dans l'enseignement est multiple et permet d'orienter les pédagogies tant par rapport à la modalité d'apprentissage (identifier les fonctions cognitives en jeu afin de les adapter au mieux au sujet apprenant) que pour envisager des aides efficaces pour les élèves souffrant de difficultés d'apprentissage - troubles 'dys' - (identifier les processus 'à mal' chez ces enfants afin d'y pallier au mieux).

Bien que prometteuse, l'application directe et systématique des connaissances neuroscientifiques dans le champ scolaire est encore loin d'être acquise. La présente analyse propose un aperçu 'généraliste' et réaliste' de l'apport possible des neurosciences dans le champ de l'éducation.

¹ The Royal Society. Brain waves module 2 : Neurosciences : implication for education et lifelong learning, February 2011.

LE CERVEAU, LES NEURONES ET SURTOUT... LES CONNEXIONS

L'unité cellulaire de base du système nerveux est le neurone. En moyenne, le cerveau d'un être humain repose sur un capital de cent milliards de neurones, capital dont tout un chacun dispose dès la naissance et qui restera relativement constant tout au long de la vie. Ce qui va changer drastiquement par contre, c'est la connectivité des structures cérébrales. En effet, le capital de neurones peut être considéré comme une matrice préprogrammée à laquelle viendra se greffer un nombre presque infini de connexions (estimées à un million de milliards à l'âge adulte) établies au fil des expériences et des apprentissages. En fonction de l'expérience et des sollicitations, les 'connexions/algorithmes' de cette matrice seront tantôt activées tantôt recyclées pour des usages culturels ou scolaires. Ceci explique notamment l'extrême développement du cerveau depuis la naissance (environ jusqu'à la maturité acquise après environ une vingtaine d'année

Comme le souligne le professeur M. Crommelinck², ce développement permet de rendre compte de l'extraordinaire importance des facteurs épigénétiques (l'environnement, la culture, le langage, les apprentissages...), dans la mise en place et le remaniement des connexions cérébrales au cours du développement. Pour illustrer les liens foisonnant entre le cerveau et les apprentissages, le maître-mot est, comme le souligne Stanislas Dehaene³, la *plasticité cérébrale*. C'est précisément cette plasticité qui sous-tend une remarquable capacité à recycler des circuits présents dès l'origine et ce, tout au long de la vie. La plasticité cérébrale est particulièrement intense dans la période de développement jusqu'à l'âge adulte - et à plus forte raison lors de certaines périodes dites sensibles (de courte durée et génétiquement programmées). Certaines connexions se densifieront et se spécialiseront tandis que d'autres disparaîtront.

Un exemple illustrant ce remaniement est celui du développement de l'ouïe. À la naissance, l'oreille du nouveau-né est capable d'entendre sans distinction tous les sons qui l'entourent. Au fur et à mesure des sollicitations sonores, en particulier langagières, l'oreille s'affinera progressivement pour distinguer préférentiellement les sons propres à sa langue maternelle et négliger, voire ne plus percevoir, les sons autres issus d'une langue étrangère⁴. Des exemples de la sorte peuvent se retrouver dans toutes les sphères de la cognition humaine : l'apprentissage formel de l'arithmétique vient se greffer à la zone initialement dédiée au sens

² Crommelinck, M. Transmission culturelle et plasticité cérébrale : quels apports pour l'école ?, Université d'été, Secrétariat general de l'enseignement catholique, août 2012.

³ Dehaene S. Les quatre piliers des apprentissages, ou ce que nous disent les neurosciences, ParisTech Review, Novembre, 2013.

⁴ Nazzi, T., Bertoncini, J.; & Mehler, J., Language discrimination by newborns: Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol 24(3), pp. 756-766, 1998.

du nombre présent chez tous les enfants ; la zone de la lecture est quant à elle le fruit d'un remaniement de la zone initialement dédiée à la reconnaissance des visages, etc.

La plasticité ne s'arrête pas avec la fin du développement. En effet, elle reste bien présente chez l'adulte - quel que soit son âge - mais il est vrai qu'en dehors des périodes critiques particulièrement propices à son développement, elle nécessitera des mécanismes d'apprentissages plus explicites et intenses. À titre d'illustration, des études réalisées auprès de taximen londoniens ont démontré que les aires cérébrales dédiées au système 'interne' de navigation et de repérage dans l'espace étaient beaucoup plus développées chez ceux-ci que chez des sujets tout-venant⁵. Dans le même temps, il a été démontré chez ces mêmes taximen à la retraite que ces aires spécialisées avait tendance à perdre en importance au fur et à mesure qu'ils n'étaient plus confrontés aux 'stimulations' du métier⁶. De là, l'expression 'Use it or loose it'⁷ fréquemment utilisée dans le jargon neuroscientifique pour illustrer le principe de fonctionnement de la plasticité. Ce principe suggère que les expériences peuvent influencer sur le fonctionnement du cerveau toute la vie. À cet égard et tout comme l'athlète a besoin de s'entraîner pour rester au top de sa forme, il y a beaucoup d'aptitudes cérébrales qui doivent rester entraînées et stimulées pour perdurer et pour que les changements cérébraux persistent. Dans ce contexte de plasticité permise par le cerveau, il est communément accepté dans le milieu scientifique que l'école, et plus largement l'enseignement et les apprentissages, représente l'un des plus puissants stimulateurs du développement des fonctions cognitives⁸.

LES PROCESSUS COGNITIFS À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

Les quatre piliers d'un apprentissage réussi

Comme le souligne un article récent, les sciences cognitives ont identifié quatre facteurs sous-tendant la réussite d'un apprentissage : l'attention, l'engagement actif, le feedback (retour d'information), et la consolidation.

L'attention

L'attention est en quelque sorte la porte d'entrée des apprentissages en permettant de se focaliser sur la matière, de sélectionner une information et d'en moduler le traitement. Plus spécifiquement, l'attention -'sélective' par nature - permet de répartir le superflu de l'essentiel pour se concentrer essentiellement sur l'information pertinente. Nous soulignons

⁵ P.ex. Woollett K, Spiers HJ, & Maguire EA. Talent in the taxi: a model system for exploring expertise. *Phil Trans R Soc B* 364 (1522), pp. 1407-1416, 2009.

⁶ *Idem*

⁷ 'Utilise-le ou perd-le !', The Royal Society. Brain waves module 2 : Neurosciences : implication for education et lifelong learning, February 2011.

⁸ Bostrom N. & Sandberg A., Cognitive Enhancement: methods, ethics, regulatory challenges. *Science Engineering Ethics* 15(3), pp. 311-41, 2009.

ici que l'on parle de l'information au singulier. En effet, malgré le mythe⁹ que certaines personnes puissent avoir des aptitudes 'multitâches', les informations sont traitées par le cerveau de manière sérielle, une à la fois.

Il a été démontré que lorsque l'on pense « jongler » entre plusieurs tâches, on ne fait pas deux choses en même temps, on va simplement passer d'une tâche à l'autre, en omettant temporairement la première¹⁰. Le filtrage de l'attention est sous-tendu par un phénomène de goulot d'étranglement dans le cortex préfrontal. À tel point que lorsque nous sommes concentrés sur une tâche, les stimuli non-pertinents pour la tâche peuvent devenir tout bonnement invisibles. Une expérience récente illustre parfaitement ce filtrage puissant de l'attention¹¹. Dans cette expérience, il est demandé aux sujets de visualiser [un film court](#) dans lequel des personnes habillées en noir et d'autres habillées en blanc se font des passes de ballon. À un moment donné du film, un homme déguisé en gorille 'noir' traverse le champ de vision de part en part. La consigne consiste à compter le nombre de passes effectuées par les sujets habillés en blanc. À l'issue de l'expérience, la plupart des sujets ont pu compter le nombre exact de passes réalisées par les hommes blancs mais aucun n'a remarqué le gorille noir qui est passé devant leurs yeux.

Dans le contexte des apprentissages, l'attention est un enjeu essentiel pour le passeur de connaissances qu'il soit enseignant, parent ou formateur. Il s'agit de faire en sorte d'attirer l'attention (par exemple, par le biais d'explications claires ou de matériel pédagogique approprié) pour que l'apprenant soit réceptif. Dans ce contexte, les trois sous-composantes – l'alerte, l'orientation et le contrôle exécutif – doivent être activées de manière coordonnée. L'apprenant doit être *alerte*, ajuster son seuil de vigilance pour être réceptif à la matière. L'alerte correspond à l'état général d'éveil du système nerveux central et renvoie à la disposition à traiter des informations et à répondre aux stimulations de l'environnement.

L'alerte peut se modifier de manière tonique ou de manière phasique. La fluctuation du niveau d'éveil en cours de journée constitue la modification tonique de l'alerte : lente, progressive, graduelle et généralisée. L'alerte tonique diminue au fil de la journée à mesure que la fatigue s'installe. L'alerte phasique représente au contraire une modification soudaine et transitoire du niveau d'éveil suite à la présentation d'un signal avertisseur (p.ex. un enseignant qui interpelle un élève en train de rêvasser). Pour autant que l'enfant soit bien alerte en classe, l'enjeu subséquent est de bien *orienter* l'attention. Ce que l'on peut appeler l'« effet maître » est crucial. L'enseignant ne doit attirer l'attention que sur les informations pertinentes – dispensées à bonne dose – et s'abstenir de noyer l'enfant dans un trop plein chaotique d'informations qui n'auront de cesse de le noyer plus que de canaliser son attention.

⁹ Voir, à titre d'information, notre précédente analyse sur les neuro-mythes : Meunier, J.C., Neurosciences et éducation : déconstruire les mythes. Analyse 3/2014 de la FAPEO, 2014.

¹⁰ Dehaene S., 2013. *Op cit.*

¹¹ Simons, D.J. & Chabris, C.F. Gorillas in our midst: sustained inattentive blindness for dynamic events. *Perception*, 28, pp. 1059-1076, 1999.

Le *contrôle exécutif*, enfin, levier de l'attention consiste à inhiber un comportement indésirable qui ferait « double tâche » et le détournerait de la tâche à accomplir. Il s'agit de se donner les moyens de suivre 'efficacement' l'enseignant et de ne pas se disperser (p.ex. faire autre chose, parler à son voisin). À cet égard, un lien a été démontré entre les comportements 'indisciplinés', d'opposition et antisociaux, et le contrôle exécutif ; ce dernier reconnu comme prédicteur important du succès académique¹². Ceci suggère que les principes éducatifs mis en place par les parents ou les enseignants peuvent avoir un effet non seulement sur l'adaptation sociale des enfants mais également sur leur parcours scolaire.

L'engagement actif

L'apprenant n'est pas un simple figurant passif mais une réelle mobilisation est nécessaire : un organisme passif n'apprend pas ! Apprendre de manière passive relève bien souvent de l'illusion. L'enseignant ne peut enseigner que si l'enfant s'engage activement dans la tâche. Il s'agit d'une démarche du ressort de l'enfant mais l'enseignant peut susciter cette mobilisation chez lui, notamment en encourageant une démarche active de sa part et en testant la fiabilité de ses connaissances. Des apprentissages plus difficiles – dans les limites du raisonnable – peuvent entraîner un surcroît de mobilisation, notamment par un effort cognitif supplémentaire ou un regain d'attention.

Le retour d'information.

Si l'engagement actif est indispensable à tout apprentissage, il ne suffit pas. Malgré toute la bonne volonté du monde, personne n'est à l'abri des erreurs. Et ces erreurs sont indispensables à l'affinement des connaissances. Dans le contexte des apprentissages, le cortex agit comme une sorte de machine à générer des prédictions et à évaluer leur justesse. Dans cette perspective, l'apprentissage est un phénomène itératif fonctionnant par cycles que l'on peut décomposer en 4 étapes successives : il lance une prédiction (1), reçoit en retour des informations (2), compare et corrige si nécessaire (3) pour améliorer la prédiction suivante (4). Le retour d'information est donc essentiel.

Transposé à la pédagogie, cela implique que l'erreur est normale et fertile. Mais pour cela, elle doit être activement remarquée par l'apprenant – avec l'aide bienveillante de l'enseignant. Il est important d'insister sur cette notion de bienveillance car l'erreur ne doit pas être trop sanctionnée dans les apprentissages de tous les jours. En effet, si l'erreur est génératrice de stress et de gêne, c'est l'inhibition des apprentissages et la mise à mal de la motivation. Pour dépasser l'erreur et parvenir au succès, on privilégiera la motivation par incitants et renforcements positifs : une approbation, une validation, un encouragement. Il ne s'agit pas de « monnayer » le succès mais bien d'entourer le succès d'un renforcement social ; l'être humain étant avant tout un animal social. Par ailleurs, les recherches suggèrent que le fait de faire de meilleures prédictions – autrement dit de corriger son erreur pour trouver la

¹² Duckworth A & Seligman M. Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science* 16(12), 939-944, 2005.

bonne réponse – peut en soit être un mécanisme de renforcement puissant pour l'enfant¹³. Le cerveau dispose en effet d'un système interne de récompense qui se base sur l'erreur de prédiction, celle-ci étant la différence entre le résultat attendu et le résultat obtenu. C'est ce système de récompense qui nous permet d'évaluer quelle action donnera le meilleur résultat.

De nouvelles formes de pédagogies basées sur les technologies numériques permettent une utilisation extrêmement individualisée de ce retour de l'information. Ainsi, en même temps qu'ils permettent le travail d'une compétence spécifique, les serious games¹⁴ éducatifs proposent sous forme ludique un modèle enseignant/élève individualisé pour adapter la tâche aux besoins de l'apprenant et fournir une rétroaction pertinente sur ses actions¹⁵. De cette manière, ces jeux peuvent s'avérer très utiles dans un contexte de remédiation en permettant une réelle individualisation des pédagogies, souvent difficilement envisageables en milieu scolaire naturel.

Consolider les acquis.

Au début d'un apprentissage, le cortex préfrontal est fortement mobilisé par *l'attention exécutive*. Il s'agit d'un traitement explicite de l'information. À mesure que les connaissances sont intégrées, le traitement de l'information sera de moins en moins explicite jusqu'à basculer vers de l'implicite. Progressivement, les procédures seront automatisées – transférées vers des réseaux non-conscients, plus rapides et efficaces - ce qui permettra d'alléger la charge de travail qui doit être traitée par le cortex préfrontal et rendra ce dernier plus disponible pour d'autres tâches.

Pour rendre compte de ce phénomène, une analogie fréquemment utilisée par les experts est celle de l'ordinateur et en particulier de la mémoire vive. Ainsi, en libérant la mémoire vive des tâches superflues qui fonctionnent en arrière-plan et saturent le système, on permet un fonctionnement plus optimal.

L'exemple de la conduite est ici assez parlant. Au début, l'apprenti-conducteur dédie toute son énergie à coordonner ses mouvements pour réaliser les procédures de maniement du véhicule. Au point qu'il lui est difficile, en même temps, de prêter attention à tous les signaux de la route. Au bout d'un certain temps, toutes ces procédures sont acquises – et ne sont même plus conscientes – lui permettant de se concentrer pleinement sur la route. De manière similaire, l'apprenti lecteur doit dans un premier temps retenir consciemment chacune des correspondances entre les lettres et les sons, et les appliquer une à une pour

¹³ Nieuwenhuis S, Heslenfeld DJ, Alting von Geusau NJ, Mars RB, Holroyd CB, & Yeung N., Activity in human reward-sensitive brain areas is strongly context dependent. *Neuroimage* 25, 1302, 2005.

¹⁴ Un Serious Game (en français Jeu Sérieux) est un outil utilisant les nouvelles technologies dans l'intention spécifique de faire passer un message de manière attractive. Ce message peut être de d'ordre pédagogique, informatif, publicitaire, communicatif ou d'entraînement, tout en ayant l'aspect ludique tiré du jeu vidéo classique ou utilisant la simulation.

¹⁵ Wilson, A., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S.K., Cohen, L, & Cohen, D., Principles underlying the design of 'The Number Race', an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioural and Brain Functions* 2, 19, 2006.

déchiffrer un mot ou une phrase. Lorsque que cet écueil du déchiffrement est dépassé, l'attention peut beaucoup plus facilement se focaliser sur le sens de ce qui est lu.

En pédagogie, ceci suggère deux choses : d'une part, que les matières doivent être enseignées à dose raisonnable pour pouvoir être traitées efficacement ; d'autre part, les matières enseignées doivent être 'mâchées et remâchées' afin d'être bien 'digérées'. C'est ici que l'adage 'la répétition est mère de tout apprentissage' prend tout son sens. La répétition des acquisitions permet de les consolider dans la mémoire à long terme et de libérer la 'mémoire vive'. Précisons que répéter un exercice ne signifie pas se contenter de le recopier ou de le réciter sans réfléchir mais bien de le faire à nouveau en réitérant explicitement toutes les étapes de la réalisation jusqu'au résultat final.

Les facilitateurs de l'apprentissage

Un apprentissage réussi ne se fait pas sous les seules conditions des processus cognitifs que nous venons de décrire. Des éléments autres issus du contexte ou émanant du sujet lui-même peuvent permettre de faciliter le processus d'apprentissage. Du contexte, il s'agira d'instaurer des conditions propices tant du point de vue de l'environnement physique (neutre, calme...) que relationnel (bienveillance, stimulation, encouragement...). Pour ce qui concerne les facteurs propres à l'individu, il a largement été démontré que l'activité physique, l'exercice, le sommeil et la nutrition sont cruciaux pour la santé physique et mentale et leurs effets sur les fonctions cognitives sont bien connus.

VERS UNE PLUS GRANDE APPLICATION DES NEUROSCIENCES EN CONTEXTE SCOLAIRE

Les neurosciences et les données nouvelles qu'elles apportent questionnent et réactualisent notre compréhension des aspects biologiques, médicaux, psychologiques et cognitifs de l'intelligence et des apprentissages. Toutefois, force est de constater que ce corpus de connaissances reste encore trop souvent l'apanage unique des scientifiques et ne transite que très faiblement vers l'école. Plusieurs raisons peuvent être évoquées.

Tout d'abord, la formation initiale et continuée des enseignants ne s'ouvre que trop peu à cette dimension pourtant essentielle de la compréhension des processus d'apprentissages. Le paradoxe est que les enseignants travaillent avec un outil - les capacités cognitives de leurs élèves - dont ils connaissent relativement peu le fonctionnement. Comme le souligne Pierre Vianin¹⁶, il ne s'agit pas, pour les enseignants, de devenir des spécialistes du fonctionnement moléculaire du système nerveux, mais de savoir comment le cerveau traite l'information et quels sont les processus cognitifs et métacognitifs impliqués.

¹⁶ Vianin, P. Neurosciences cognitives et pédagogie spécialisée: un exemple d'évaluation diagnostique des processus cognitifs, Dossier « Neurosciences - Entre enthousiasmes et réticences », Educateur 09, 2011.

Une autre raison à ce manque de diffusion des savoirs est que le travail des scientifiques reste plus largement axés sur l'élaboration des nouveaux savoirs qu'à leur transmission ou leur mise en application concrète. Ainsi, de nombreuses recherches visent à une meilleure compréhension des processus mentaux mais relativement peu d'entre elles s'intéressent à l'élaboration de nouvelles méthodes pédagogiques se basant sur ces connaissances. Par ailleurs, le manque de travail de vulgarisation des données scientifiques les rendent souvent impropres au travail des praticiens et dès lors peu utile.

Pourtant des modélisations 'fonctionnelles' et pratiques existent et ont peuvent aider les enseignants dans leur travail en apportant à leurs élèves des outils stratégiques leur permettant de mieux réussir à l'école. Par exemple, la modélisation proposée par Vianin¹⁷, enseignant spécialisé et professeur à la Haute école du Valais, répond à cette exigence et mérite que l'on s'y attarde un peu. Se basant sur différentes théories, en particulier les apports de Feuerstein¹⁸, l'intelligence y est conçue comme une organisation de fonctions cognitives qui interviennent dans l'interaction du sujet avec son environnement et qui sont organisées selon les trois phases de l'acte mental (figure 1): la phase de réception (ou de saisie: input), la phase d'élaboration et la phase d'expression (ou de communication des résultats: output). Quelques soient les difficultés d'apprentissages que rencontre l'enfant, celles-ci peuvent être analysées en fonction de la phase qu'elles impactent : lorsque l'enfant reçoit le travail, lorsqu'il l'exécute ou lorsqu'il communique sa réponse. Ayant en tête ces trois phases, et les différentes fonctions cognitives qui y contribuent, l'enseignant dispose d'une grille d'analyse qui, à partir de l'observation des erreurs de l'enfant, lui permet d'identifier les processus incriminés, y apporter une réponse pédagogique adaptée et envisager une aide efficace. L'exemple du modèle de Vianin souligne l'importance du travail d'identification des difficultés qui doit se faire par l'enseignant à la lumière des modélisations du fonctionnement cognitif. Les questions qui devraient alimenter les réflexions de l'enseignant et orienter son travail sont les suivantes : Comment évaluer précisément les processus cognitifs déficients chez l'enfant en difficulté ? Quels processus mentaux sont nécessaires pour réaliser telle tâche ? Quels sont les moyens de remédiation dans ce domaine ?

¹⁷ *idem*.

¹⁸ Feuerstein, R. Le PEI, programme d'Enrichissement Instrumental, in J. Martin et G. Paravy, Pédagogie de la médiation autour du P.E.I. - Programme d'enrichissement instrumental du professeur Reuven Feuerstein. Lyon: Chronique sociale, 2009.

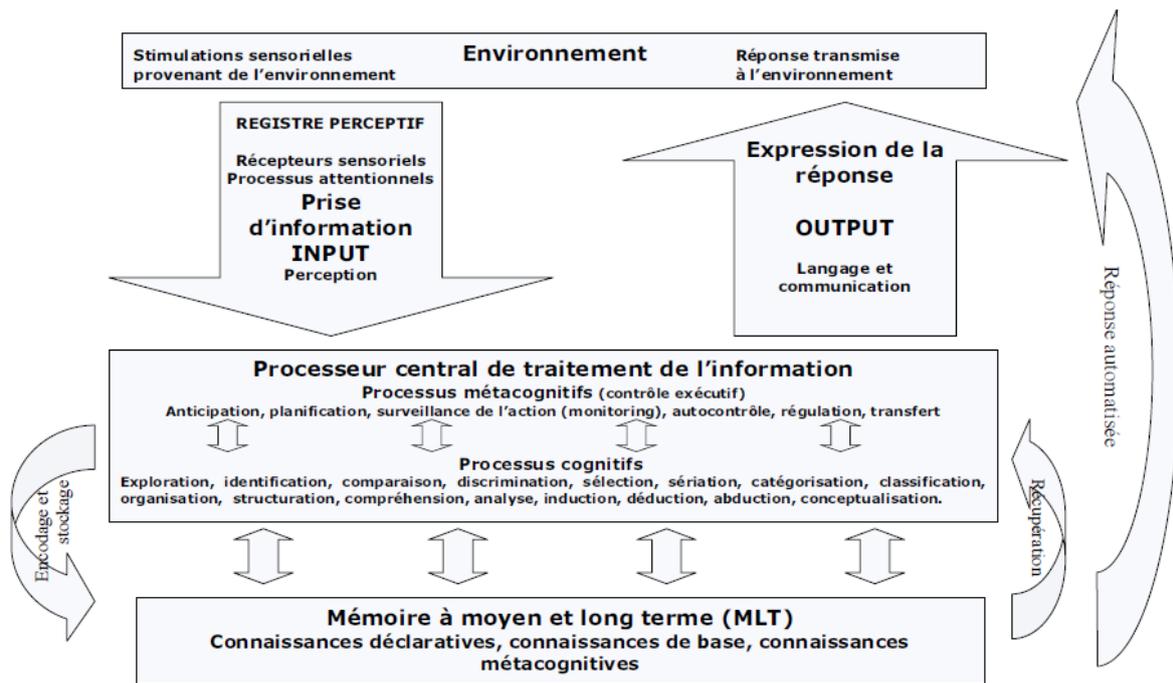


Schéma du fonctionnement cognitif selon Vianin 2009¹⁹

Notons que l'argument des neurosciences dans les pédagogies, en même temps que son apport spécifique dans la compréhension des processus cognitifs, est également un plaidoyer pour l'individualisation des pédagogies. C'est en observant un élève en particulier, ses erreurs et les processus qui y ont conduit, que l'enseignant pourra au mieux y remédier. Confronté au principe de la réalité de la classe, cette démarche pour bénéfique qu'elle puisse être dans l'absolu, peut dans la pratique être difficilement implémentée en raison du manque d'enseignants spécialement formés, du coût associé à la fréquence élevée des interventions, au niveau d'attention individuelle dont de nombreux apprenants ont besoin. Ceci est d'autant plus vrai dans notre système éducatif qui est massivement centré sur les programmes à respecter par l'enseignant le contraignant bien souvent à envisager ses pédagogies à l'emporte-pièce pour l'ensemble de ses élèves au détriment de toute différenciation. Le recours aux technologies d'apprentissage – tels que les serious game (cf. infra) – peut jouer un rôle complémentaire à celui de l'enseignant en facilitant la répétition d'activités d'apprentissage ciblées ou en appuyant la remédiation.

CONCLUSION

Au travers cette analyse, nous avons voulu donné un aperçu volontairement 'généraliste' de l'application des neurosciences au domaine de l'éducation. L'idée était plus de poser une réflexion générale sur l'exploitation possible des données scientifiques et à sa mise en œuvre dans la classe que de donner un inventaire exhaustif des toutes les modalités pédagogiques

¹⁹ Vianin, P., 2011. Op cit.

qui pourraient bénéficier des neurosciences, ce qui demanderait un approfondissement beaucoup plus conséquent²⁰.

Comme le suggère le phénomène de la plasticité, les apprentissages sont possibles - et susceptibles d'entraîner une modification de la connectivité du cerveau - quel que soit l'âge de la personne et quelles que soient les difficultés d'apprentissage. En rapport avec les difficultés d'apprentissages, des ponts sont possibles avec la notion d'aménagements raisonnables²¹. Les aménagements raisonnables sont en effet des dispositions qui permettent aux enfants en difficultés de palier celles-ci, afin de pouvoir suivre une scolarité normale au même titre que tout autre enfant. Lorsque les difficultés de l'enfant se situent dans la sphère cognitive et/ou plus largement des apprentissages, ces aménagements peuvent être considérés comme des 'béquilles' placées là où les processus cognitifs sont défectueux et amènent des difficultés récurrentes. Par exemple, les études de neuro-imagerie fonctionnelle montrent que les enfants et les adultes dyslexiques présentent des profils d'activation anormaux dans les régions du cerveau impliquées dans le langage et la lecture²². C'est notamment dans la phase de réception (input) du modèle de Vianin que les difficultés se font ressentir et des aménagements, par exemple, visant à améliorer la présentation des cours et leur intelligibilité pourront s'avérer utiles. Pour simple qu'il soit, cet exemple illustre le fait qu'examiner les difficultés de l'enfant par le filtre des neurosciences peut s'avérer pertinent non seulement pour orienter les pédagogies, mais également les aménagements qui peuvent être mis en place.

Comme nous avons tenté de l'illustrer à travers ces quelques pages, le champ des neurosciences s'avère extrêmement prometteur pour l'école de demain. Toutefois, la route semble encore longue avant de voir une application systématique et généralisée des neurosciences dans les enseignements. En cause, notamment, un manque de communication des données neuroscientifiques existantes vers les praticiens (manque de vulgarisation et de mises en application concrètes ; formation initiale et continuée des enseignants). Egalement, la plupart des efforts de la recherche scientifique concernent l'identification des difficultés cognitives. Relativement peu d'efforts ont été dévolus pour déterminer les méthodes d'intervention pertinentes. Toutefois, l'état actuel des connaissances est suffisant pour suggérer la nature de la compétence qui doit être ciblée, et le type d'activité cognitive qui doit être renforcée²³.

²⁰ Pour le lecteur soucieux d'aller plus loin, nous avons dressé une liste de divers ouvrages dédiés à l'application concrète des neurosciences à différents champs de l'éducation (cf. section suivante : pour aller plus loin).

²¹ La question des aménagements raisonnables a été discutée dans l'une de nos précédentes analyses : Meunier, J.C. Les aménagements raisonnables : à la portée de toutes les écoles ?, Analyse 7/2014 de la FAPEO, 2014.

²² Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., Kranz, F., Benz, R., Steinhausen, H.C., et Brandeis, D. Impaired tuning of a fast occipito-temporal response for print in dyslexic children learning to read. *Brain*, 130, 3200-3210, 2007.

²³ Frith, U. et al. Les neurosciences, l'éducation et l'apprentissage, Cahier recherche et pratique vol. 3 n° 1, pp. 6-10, 2013.

POUR ALLER PLUS LOIN

Livres

Dehaene, S., Apprendre à lire - Des sciences cognitives à la salle de classe, Odile Jacob, 2011.

Dehaene, S., La bosse des maths, Odile Jacob, 2010.

Dehaene, S., Les Neurones de la lecture, Odile Jacob, 2007.

Lieury, A., Mémoire et réussite scolaire, [4e éd.]. Paris : Dunod, 2012.

Sousa David A. Un cerveau pour apprendre : Comment rendre le processus enseignement-apprentissage plus efficace. Montréal : Chenelière Education, 2002.

Stordeur, J., Comprendre, apprendre, mémoriser : Les neurosciences au service de la pédagogie, De Boeck, 2014.

Site internet

www.moncerveaualecole.com : Blog coordonnée par le professeur Stanislas Dehaene reprenant quelques éléments de sciences cognitives pour les enseignants et les parents

BIBLIOGRAPHIE

Bostrom N. & Sandberg A., Cognitive Enhancement: methods, ethics, regulatory challenges. *Science Engineering Ethics* 15(3), pp. 311-41, 2009.

Crommelinck, M. Transmission culturelle et plasticité cérébrale : quels apports pour l'école ?, Université d'été, Secrétariat general de l'enseignement catholique, août 2012.

Dehaene S. Les quatre piliers des apprentissages, ou ce que nous disent les neurosciences, *ParisTech Review*, Novembre, 2013.

Duckworth A & Seligman M. Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science* 16(12), 939-944, 2005.

Feuerstein, R. Le PEI, programme d'Enrichissement Instrumental, in J. Martin et G. Paravy, *Pédagogie de la médiation autour du P.E.I. - Programme d'enrichissement instrumental du professeur Reuven Feuerstein*. Lyon: Chronique sociale, 2009.

Frith, U. et al. Les neurosciences, l'éducation et l'apprentissage, *Cahier recherche et pratique* vol. 3 n° 1, pp. 6-10, 2013.

Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., Kranz, F., Benz, R., Steinhausen, H.C., et Brandeis, D. Impaired tuning of a fast occipito-temporal response for print in dyslexic children learning to read. *Brain*, 130, 3200-3210, 2007.

Meunier, J.C. Les aménagements raisonnables : à la portée de toutes les écoles ?, *Analyse 7/2014 de la FAPEO*, 2014.

Meunier, J.C., Neurosciences et éducation : déconstruire les mythes. *Analyse 3/2014 de la FAPEO*, 2014.

Nazzi, T., Bertoncini, J.; & Mehler, J., Language discrimination by newborns: Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol 24(3), pp. 756-766, 1998.

Nieuwenhuis S, Heslenfeld DJ, Alting von Geusau NJ, Mars RB, Holroyd CB, & Yeung N., Activity in human reward-sensitive brain areas is strongly context dependent. *Neuroimage* 25, 1302, 2005.

Simons, D.J. & Chabris, C.F. Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28, pp. 1059-1076, 1999.

The Royal Society. *Brain waves module 2 : Neurosciences : implication for education et lifelong learning*, February 2011.

Vianin, P. Neurosciences cognitives et pédagogie spécialisée: un exemple d'évaluation diagnostique des processus cognitifs, Dossier « Neurosciences - Entre enthousiasmes et réticences », Educateur 09, 2011.

Wilson, A., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S.K., Cohen, L, & Cohen, D., Principles underlying the design of 'The Number Race', an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. Behavioural and Brain Functions 2, 19, 2006.

Woollett K, Spiers HJ, & Maguire EA. Talent in the taxi: a model system for exploring expertise. Phil Trans R Soc B 364 (1522), pp. 1407-1416, 2009.