

Myriam Squillaci

Neurosciences cognitives : quels apports pour les élèves polyhandicapés ?

Résumé

Les neurosciences cognitives apportent de précieuses contributions aux sciences humaines. Grâce aux apports de la psychologie cognitive, les chercheurs du domaine ont confirmé les facteurs principaux influençant les apprentissages : l'attention, l'engagement actif, le retour d'information et la consolidation. Par une revue de la littérature, cet article transpose les acquis des neurosciences et de la psychologie cognitive aux conditions d'apprentissages requises par les élèves polyhandicapés.

Zusammenfassung

Kognitive Neurowissenschaften erbringen wertvolle Beiträge für die Humanwissenschaften. Inputs aus der kognitiven Psychologie ermöglichten es Humanwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern die hauptsächlichen Faktoren zu benennen, welche den Vorgang des Lernens beeinflussen: Aufmerksamkeit, aktive Mitarbeit, Feedback und Konsolidierung. Mittels einer Übersicht zur Literatur überträgt der vorliegende Artikel Erkenntnisse aus Neurowissenschaften und kognitiver Psychologie auf die erforderlichen Lernbedingungen für mehrfach behinderte Schülerinnen und Schüler.

Introduction

Décoder les processus mentaux liés aux apprentissages fascine, en témoignent les financements importants consentis dans des projets comme le *Human Brain Project*¹ ou le *Brain initiative*². Les neurosciences cognitives (NRSC) connaissent une ampleur inégalée et s'ancrent comme l'un des domaines les plus dynamiques de la psychologie. Cet engouement est notamment expliqué par le sentiment de validité accrue des résultats de recherches issues des technologies utilisées (IRMf, scanner, etc.). Depuis les années 90, des progrès considérables ont été accomplis aussi bien dans la compréhension de la plasticité cérébrale que dans les mécanismes liés aux apprentissages. Tout organisme est capable d'apprendre, en témoignent les recherches sur la cognition

animale de l'université de Toulouse, qui ont mis en évidence que les blobs (physarum polycephalum), organismes unicellulaires sans cerveau, sont capables d'apprendre et de transmettre leurs connaissances (Boisseau, Vogel, & Dussutour, 2016). Même si la plasticité cérébrale réorganise les circuits innés plus intensément durant les périodes sensibles de l'enfance, elle se poursuit tout au long de la vie (Dehaene, 2014; Meunier, 2014; Auclair, Bonnet, & Camus, 2006). À l'heure actuelle, les conséquences d'une lésion au cerveau sont mieux appréhendées, comme l'illustrent les recherches sur l'illettrisme qui ont révélé qu'une zone de l'hémisphère gauche demeure inactive chez les personnes illettrées. Cette même zone s'active chez les ex-illettrés ayant appris à lire (Dehaene, 2013; 2014). La plasticité cérébrale joue un rôle-clé dans les apprentissages. Des recherches ont révélé qu'en l'absence de la quasi-totalité d'un hémisphère,

¹ www.humanbrainproject.eu/en

² www.braininitiative.nih.gov

si la lésion survient à un jeune âge, la plasticité réaffecte les fonctions cérébrales vers d'autres circuits corticaux afin de pallier les impacts d'une lésion (Dehaene, 2014; Battro, 2003). Grâce aux apports de la psychologie cognitive, les chercheurs en NRSC ont confirmé les facteurs principaux influençant les apprentissages : l'attention, l'engagement actif, le retour d'information et la consolidation (Dehaene, 2013; 2014; Meunier, 2014; Auclair et al., 2006). Par une revue de la littérature scientifique, cet article reprend ces quatre composantes et transpose les acquis des neurosciences aux conditions d'apprentissages requises par les élèves polyhandicapés.

De fait, les chercheurs en neurosciences montrent qu'en situation de double tâche, le risque est grand d'occulter une tâche, au détriment d'une autre.

L'attention

L'attention intervient à toutes les étapes d'un apprentissage. Elle facilite le traitement perceptif, favorise la résistance à la distraction et accélère les réponses (Auclair et al., 2006; Squillaci, 2005). L'attention implique trois processus consécutifs implantés dans des aires corticales différentes : un désengagement de l'attention de la position actuelle, le déplacement vers le stimulus pertinent et enfin, le réengagement de l'attention dans la position nouvelle (Posner, 1994). Les effets de l'attention sur l'organisme se manifestent par une suite de réactions spécifiques : une réaction d'alerte, suivie d'une réaction d'orientation et finalement une activité d'exploration ou de consommation (Bullinger, 2000; Squillaci, 2005). Les réflexes d'orientation et d'habi-

tuation sont à l'origine des compétences attentionnelles du bébé. Pour qu'il y ait réflexe d'orientation, les qualités du stimulus doivent correspondre à des critères particuliers (contraste, nouveauté, intérêt, pertinence). Les recherches montrent que le réflexe d'orientation est localisé dans les aires sous-corticales comme en témoignent les résultats d'une étude de Graham publiée en 1978 concernant un bébé anencéphale qui a manifesté une réponse d'orientation suite à la présentation d'un stimulus nouveau (Siegler, 2001; Squillaci, 2004). Le réflexe d'orientation provoque des modifications des organes sensoriels (dilatation de la pupille), des changements de posture (déplacement du regard, de la tête), de tonus et du système végétatif (recrutement tonique, accélération du rythme cardiaque). Ces manifestations permettent de vérifier l'impact des stimulations proposées aux élèves polyhandicapés, sachant que, par la répétition d'un stimulus, la réaction a tendance à diminuer (Squillaci, 2004). Divers facteurs influencent le niveau attentionnel, comme la nature des entrées (auditive, visuelle, vibratoire, somatique, gustative, olfactive, etc.); les codes utilisés (verbaux, somatiques, visuels, etc.); le degré d'expertise; le caractère plus ou moins automatique des compétences concernées; l'inégale importance de la charge mentale en mémoire de travail (cf. surstimulations); la nature de la tâche (Auclair et al., 2006).

Qui dit attention, dit inattention. Tout organisme est en permanence envahi de stimuli parasites susceptibles d'expliquer les retraits des enfants polyhandicapés dans leur sphère corporelle, probablement dépassés par une masse d'informations bien supérieure à celle qu'ils peuvent gérer (Squillaci, 2004). Le filtrage est capital, car réaliser

deux tâches simultanément est complexe. De fait, les chercheurs en neurosciences montrent qu'en situation de double tâche, le risque est grand d'occulter une tâche, au détriment d'une autre, évoquant la notion de goulot d'étranglement (Dehaene, 2013). L'effet maître est crucial, le rôle de l'intervenant consiste à orienter l'attention sur les stimuli pertinents et ceci d'autant plus si les enfants présentent des difficultés d'apprentissage. Le stimulus doit comporter une forte valeur d'appel par rapport aux stimuli « parasites » (Squillaci, 2005) et apparaître comme plus saillant par rapport aux stimuli ou flux environnants. Un stimulus comporte une forte valeur d'appel lorsqu'il constitue une modification de l'environnement significatif pour le sujet. Les flux soutiennent l'attention (comme les panneaux Vichy³ pour la régulation tonico-postural) mais peuvent aussi agir comme distracteurs (p. ex. flux olfactif lors d'une stimulation auditive) (Bullinger, 2000). Tout intervenant est tenu d'aménager le contexte pour favoriser le traitement de l'information par l'enfant, les stimulations devant répondre à certains critères « qualité » (Squillaci, 2005) : intensité de la stimulation, taille et format du stimulus, durée de présentation du stimulus, distance à l'objet de la stimulation, trajectoire du stimulus, arrière-fond, etc. La saisie et l'encodage peuvent être entravés par divers éléments : 1. L'information est fractionnée et arrive alternativement sur deux canaux. 2. La simultanéité de l'arrivée des informations de plusieurs canaux. 3. Une détection trop brève du stimulus. 4. Des conditions de présentation défavorables (Bullinger et al. 1996 ; Levin & Panturin, 2011 ; Squillaci, 2005). Soutenir l'enfant

polyhandicapé au niveau attentionnel suppose un milieu cohérent, une zone de stimulation ni trop forte, ni trop faible afin de maintenir l'équilibre sensori-tonique nécessaire au traitement des informations (Bullinger, 2000 ; Squillaci, 2005).

L'engagement actif

Un enfant n'apprend que s'il est actif (Dehaene, 2013). Pour qu'il y ait engagement actif, encore faut-il que l'apprentissage soit intéressant et adapté à son âge de développement. Permettre aux élèves polyhandicapés de s'engager dans les tâches proposées suppose une gestion attentive des facteurs structuraux et énergétiques relatifs à l'activité (Levin & Panturin, 2011 ; Squillaci, 2005) : 1. Soutiens au niveau du positionnement, qui doit être stable, symétrique, facilitateur pour l'exploration et inhibiteur des schèmes pathologiques. 2. Soutiens par une préparation attentionnelle avant l'apprentissage. 3. Soutiens par la préparation temporelle et spatiale, afin d'offrir des attentes aux apprentissages. 4. Soutiens par la sécurité cognitive et émotionnelle. D'autres facteurs influencent négativement l'engagement actif, comme la médication, la privation de sommeil, les atteintes cérébrales, le jour et le moment de l'apprentissage, la température centrale, le niveau de bruit environnant, le type d'environnement ou encore le manque d'activité. L'enfant polyhandicapé, comme tout enfant, doit pouvoir manipuler, explorer, s'engager dans l'apprentissage. La notion de délai du traitement d'information est ici capital, délai augmenté chez cette population.

Les effets des apprentissages sur l'édification des aires corticales ont été démontrés en scannant des cerveaux. En huit semaines, à raison de 15 minutes par jour, une

³ www.cnrlapepinierie.fr/wp-content/uploads/sites/20/2016/04/panneaux%20vichy_0.pdf

zone cérébrale est constituée (Dehaene, 2013; 2014). Ces recherches montrent qu'il est préférable de répartir les stimulations sur plusieurs séquences de courtes durées, plutôt que de privilégier une seule séquence d'apprentissage (Dehaene, 2013). L'apprentissage doit être distribué et espacé, ceci d'autant plus si l'enfant présente des difficultés d'apprentissage, de manière à maintenir son engagement dans la tâche.

Le retour d'information

Si l'attention et l'engagement actif sont des processus essentiels aux apprentissages, ils ne suffisent pas, le retour d'information est aussi capital, car l'apprentissage suppose de pouvoir faire des erreurs qui seront corrigées par les feedbacks. L'enfant apprend en expérimentant, en faisant des essais et des erreurs, comme le soulignait James déjà en 1890. Le cortex fonctionne par cycles successifs (Dehaene, 2013): prédiction, feedback, correction, nouvelle prédiction. Le retour d'information, chez les enfants polyhandicapés, doit se faire en considérant plusieurs facteurs (Squillaci, 2004): 1. La labilité des informations stockées en mémoire sensorielle. 2. Le type et la quantité d'informations à traiter. 3. L'expérience antérieure. 4. Les limitations lors du codage et du transfert du stimulus. 5. Comme le codage requiert du temps, la trace du stimulus peut disparaître. 6. Une saturation de la mémoire par le stockage des informations nécessaires à la réponse. 7. Une incompatibilité entre les conditions de l'encodage et les conditions de restitution de l'information. 8. Le chevauchement entre opérations d'encodage et d'élaboration de la réponse (Auclair et al., 2006; Squillaci, 2005). Avant de fournir un feedback, il faut s'assurer des qualités du codage. Il s'agit aussi de respecter un délai de traitement d'information (qui

peut aller au-delà de 30 secondes) avant de donner un feedback à l'enfant polyhandicapé. Les résultats de plusieurs expériences indiquant que, parmi les différents réflexes d'orientation, les temps de réaction auditives sont plus courts que les temps de réactions visuelles. Les stimuli sonores seraient ainsi traités plus rapidement que les stimuli visuels (Auclair et al., 2006; Squillaci, 2004).

Consolider les acquis

L'automatisation des connaissances est essentielle, le but de tout apprentissage étant le transfert des connaissances et des stratégies. Cette automatisation est tributaire aussi bien de la répétition que de l'entraînement qui libèrent de l'espace dans le cortex préfrontal pour permettre de nouveaux apprentissages (Dehaene, 2014; Meunier, 2014). La réactivation des connaissances antérieures permet au cerveau de remobiliser les circuits neuronaux utilisés et de les automatiser. Pour qu'il y ait apprentissage, les stimulations doivent être conduites dans différents contextes, avec différents intervenants, tout en garantissant des inputs diversifiés. Si les conditions de transfert sont capitales pour des élèves sans lésion, elles le sont d'autant plus pour des enfants polyhandicapés. Il existe une interdépendance dans les différents modes de perception. Nul ne se contente de voir un objet, il perçoit simultanément ses propriétés somesthésiques, auditives, olfactives pour bénéficier d'une perception unitaire de l'objet. L'enfant apprend par la confrontation des informations sensorielles (Squillaci, 2004; 2005). Un apprentissage qui ne ferait appel qu'à une seule « voie d'entrée » serait stérile et vain. Éviter les stimuli parasites et les surstimulations ne suppose en aucun cas d'enfermer l'enfant dans un seul type d'input.

L'imagerie cérébrale a montré l'importance du sommeil pour consolider les acquis, les circuits sollicités par les apprentissages effectués durant la journée se réactivant durant la nuit, favorisant le transfert des apprentissages. De ce fait, en optimisant la durée et la qualité du sommeil, on agit efficacement aussi bien au niveau des troubles d'apprentissage ou des déficits d'attention (Dehaene, 2013). La question du sommeil des enfants polyhandicapés doit être considérée dans toute approche cognitive.

Conclusion

La plasticité demeure et les apprentissages sont possibles quels que soit l'âge de la personne et/ou ses difficultés d'apprentissage. Opposer les neurosciences à la psychologie cognitive serait une démarche stérile et vaine, les deux disciplines poursuivant des finalités communes, à savoir comprendre l'organisation du cerveau, la manière de favoriser les apprentissages, les impacts d'une lésion sur les facultés cognitives, etc. Les adaptations pédagogiques requises par le polyhandicap place l'enseignant face à ses limites : plus l'écart par rapport à la norme est important, plus il devra adapter son enseignement en tenant compte des quatre fondements essentiels à tout apprentissage : l'attention, l'engagement actif, les feedbacks et la consolidation des acquis (Dehaene, 2014). La transposition des acquis neuroscientifiques dans l'enseignement est loin d'être établie (Meunier, 2014). Les apports des neurosciences doivent intégrer la formation de base des enseignants, sans occulter les limites inhérentes aux méthodes qu'elles utilisent : faible résolution temporelle des films IRMf, signaux de détection indirects qui nécessitent un traitement statistique, limites d'activation des zones neuronales, limites d'établissement

d'un état au repos, etc. Les images obtenues par les IRMf sont établies à partir de la différence entre l'état du cerveau stimulé et son état au repos (Strauss et al. 2015). Or, même au repos, bien des zones du cerveau demeurent actives. Quant à définir un état de repos similaire pour toute personne, la démarche est loin d'être aboutie. Même si elles sont reconnues comme sciences exactes, les neurosciences, tout comme les sciences humaines, omettent des informations essentielles dans leur appréhension des mécanismes d'apprentissage. Les neurosciences rejoignent et étayent les découvertes des sciences de l'éducation (Dehaene, 2014). Elles offrent un éclairage nouveau aux découvertes des sciences humaines qui ont tout à gagner des apports de cette discipline de pointe (Pasquinelli, 2005). Il s'agit d'avancer de manière conjointe entre sciences dures et sciences humaines pour une meilleure évaluation, compréhension et prise en charge des personnes en situation de handicap.

Références

- Auclair, L., Bonnet, C., & Camus, J.F. (2006). *Psychologie cognitive*. Grand Amphi Psychologie. Rosny (Seine-St-Denis) : Bréal DL.
- Battro, A. (2003). *Un demi-cerveau suffit*. Paris : Odile Jacob.
- Boisseau, R., Vogel, D., & Dussutour, A. (2016). *Habituation in non-neural organisms: Evidence from slime moulds*. Proceedings of the Royal Society B, CNRS, 1-3.
- Bullinger, A. (2000). De l'organisme au corps : une perspective instrumentale. *Enfance*, 53(3), 213-220. <http://doi.org/10.3406/enfan.2000.3177>
- Bullinger, A., de Santa Ana, I., Grivel, P., Mil-lan, R., Scheidegger, P., Schmid Pons, N.,

- & Tschopp, C. (1996). II - Le bilan sensori-moteur de l'enfant: éléments théoriques et cliniques. *Enfance*, 49(1), 41–50. <http://doi.org/10.3406/enfan.1996.2984>
- Dehaene, S. (2013). Les quatre piliers de l'apprentissage, ou ce que nous disent les neurosciences. *Paris Innovation Review*, November 7. Récupéré de <http://parisinnovationreview.com/2013/11/07/apprentissage-neurosciences>
- Dehaene, S. (2014, novembre). *L'apport des sciences cognitives à l'école: quelle formation des enseignants?* Communication présentée au colloque « Sciences cognitives et éducation » du Collège de France, Paris.
- Levin, M. F., & Panturin, E. (2011). Sensorimotor integration for functional recovery and the Bobath approach. *Motor Control*, 15(2), 285–301.
- Meunier, J. C. (2014). L'apport des neurosciences dans l'enseignement. *Analyse FA-PEO*, 1, 1–16.
- Pasquinelli, E. (2015). Améliorer le dialogue entre les sciences cognitives et l'éducation en s'inspirant des relations entre la recherche fondamentale et la médecine clinique. *A.N.A.E.*, (134), 23–30. Récupéré de https://static1.squarespace.com/static/520e383ee4b021a19fa28bf7/t/57e2083ee58c6284ab2803f8/1474431039191/ANAE_27_134_Pasquinelli_23-30.pdf
- Posner, M. I. (1994). Attention: the mechanisms of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(16), 7398–7403. <http://doi.org/10.1073/pnas.91.16.7398>
- Siegler, R. S. (2001). *Enfant et raisonnement. Le développement cognitif de l'enfant*. Bruxelles: De Boeck.
- Squillaci, M. (2004). *Analyse théorique des soutiens aux élèves polyhandicapés*. Thèse de doctorat. Université de Fribourg.
- Squillaci, M. (2005). *Polyhandicap: le défi pédagogique*. Lucerne: SZH/CSPS.
- Strauss, M., Sitt, J. D., King, J.-R., Elbaz, M., Azizi, L., Buiatti, M., ... Dehaene, S. (2015). Disruption of hierarchical predictive coding during sleep. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), E1353–E1362. <http://doi.org/10.1073/pnas.1501026112>

Dr phil. Myriam Squillaci
MER, responsable du Master
en enseignement spécialisé
Institut de Pédagogie curative
Université de Fribourg (Suisse)
Rue St. Pierre Canisius, 21
CH-1700 Fribourg
myriam.squillaci@unifr.ch

