

année consécutive, des neuroscientifiques sont intervenus auprès de directeurs et chefs d'établissement. La création d'un réseau d'enseignants formateurs en neurosciences est en projet. En 2015, un séminaire a été organisé pour la Journée de

l'innovation « Apprendre à apprendre, apports des sciences cognitives ». Certaines académies ont déjà intégré des formations dans leur plan académique. D'autres académies préceuseuses accompagnent des dispositifs de recherche-action

(Clermont-Ferrand) ou des groupes formation-action (GFA) (Caen). Tous les possibles restent à venir^[2]. ■

2 Texte rédigé à partir d'un mémoire de master MEEF encadré par Evelyne Furlan, préparé à l'Isfec Aquitaine.

Entre neurosciences et éducation : des chaînons manquants

Comment combler l'espace entre production de connaissances neuroscientifiques et développements de pratiques éducatives ? Comment trouver les chaînons manquants ?

Marie-Line Gardes, enseignant-chercheur, ESPÉ, université Lyon 1

Jérôme Prado, chargé de recherche, CNRS, université Lyon 1

Il peut paraître intuitif pour beaucoup que les connaissances issues des neurosciences sont utiles dans les pratiques éducatives. Mais l'application des recherches issues des neurosciences à la salle de classe soulève cependant plusieurs difficultés.

Une première difficulté réside dans le manque de communication entre chercheurs en neurosciences et professionnels des sciences de l'éducation. Par exemple, la plupart des neuroscientifiques ignorent ou sous-estiment les recherches actuelles en sciences de l'éducation. Lorsque Stanislas Dehaene écrit « *je dis aux éducateurs : ne prenez pas les enfants pour des têtes vides que vous allez remplir, mais pour des systèmes abstraits capables d'apprentissage*^[1] », il

montre une certaine méconnaissance du métier d'enseignant et surtout de la recherche en didactique. En effet, de Piaget aux travaux les plus récents, les théories constructivistes font partie du savoir professionnel de base d'un enseignant et on ne

Faire communiquer les chercheurs et les praticiens.

saurait imaginer aujourd'hui un enseignant qui verrait l'enfant comme une tête vide et non-constructeur de ses connaissances. Le risque de ce type de communication est le rejet massif de la part des professionnels de l'éducation (chercheurs et praticiens) des approches éducatives basées sur les neurosciences. Les neuroscientifiques ne sont pas les mieux placés pour communiquer avec les enseignants et il faudrait des

personnes dédiées pour faire le lien, des didacticiens par exemple.

Du côté des enseignants et des chercheurs en sciences de l'éducation, un manque de connaissances en psychologie et neurosciences peut conduire à une simplification, voire une mauvaise interprétation des résultats scientifiques. Ceci peut déboucher sur la mise en œuvre dans les classes de méthodes pédagogiques, au mieux inefficaces, au pire dangereuses pour l'apprentissage. Le concept de neuroéducation est maintenant utilisé par certains pour justifier de théories et de pratiques parfois discutables. Citons pêle-mêle les notions de styles d'apprentissage, gestion mentale, programmation neurolinguistique ou intelligences multiples. Ainsi, une mauvaise application de cette dernière théorie, par ailleurs très controversée, peut amener certains à dire à une élève qui est supposée avoir une « *intelligence musicale* » de faire ses devoirs avec la télévision allumée. S'il y a bien un enseignement que l'on peut tirer des recherches en psychologie cognitive sur l'attention, c'est qu'il n'y a rien de tel pour perturber les apprentissages ! L'un des premiers enjeux de la neuroéducation est donc de réussir à faire communiquer les chercheurs et les praticiens, afin d'éviter ces écueils. ■■■

1 « Que nous apprennent les neurosciences sur les meilleures pratiques pédagogiques ? » *Regards croisés sur l'économie*, n°12, 2012.

2. Précautions



■ ■ ■ Une deuxième difficulté est méthodologique : il n'est pas si facile de transférer les résultats et méthodes du laboratoire vers la salle de classe. Pour certains neuroscientifiques comme Dehaene, les recherches dans la salle de classe doivent répondre aux mêmes règles que celles qui sont menées en laboratoire : « *Seule la comparaison rigoureuse de deux groupes d'enfants dont l'enseignement ne diffère que sur un seul point permet de certifier que ce facteur a un impact sur l'apprentissage.*^[2] » Or, pour bien des chercheurs en éducation, cette méthodologie est difficilement applicable dans la salle de classe au regard du nombre important de variables à contrôler. Ils doutent de la capacité à n'isoler qu'une seule variable dans ces expérimentations, mais aussi que la variable qui a été isolée dans les conditions contrôlées de laboratoire serait la seule qui aurait une incidence sur le résultat final dans la classe. En fait, il est probablement plus intéressant d'envisager ce qui peut permettre de connecter les laboratoires aux salles de classe, plutôt que vouloir trouver des applications directes. Et pour nous, il existe (au moins) deux chaînons manquants entre neurosciences et éducation : l'étude du comportement et les études didactiques.

2 Apprendre à lire. Des sciences cognitives à la salle de classe, éditions Odile Jacob, 2011.

■ L'étude du comportement

Intéressons-nous au rôle précis qu'occupent les neurosciences au sein de la psychologie cognitive (c'est-à-dire l'étude des processus mentaux qui sous-tendent les fonctions cognitives, comme le langage ou le raisonnement). Il s'agit ici de comprendre quels sont les processus mentaux (la mémoire, l'imagerie spatiale, etc.) qui sont impliqués dans telle ou telle activité (lire, raisonner, calculer, etc.). Pour ce faire,

Des méthodes de neuro-imagerie qui permettent de mesurer l'activité cérébrale.

le chercheur va mettre au point des expériences dans lesquelles il espère manipuler l'engagement de certains processus mentaux et mesurer l'effet de cette manipulation sur le comportement des participants.

Imaginons qu'un chercheur fasse l'hypothèse que la capacité à estimer approximativement des quantités numériques (par exemple décider si un nuage de points comporte plus ou moins de points qu'un autre) contribue d'une manière ou d'une autre à l'apprentissage de l'arithmétique élémentaire (par exemple $2 + 3$). Le chercheur pourrait mettre au point une expérience au cours de laquelle il demanderait à des enfants de s'entraîner à estimer des quantités de nuages de points, puis mesurerait ensuite les performances en arithmé-

tique de ces enfants. Si l'estimation de quantités numériques est l'une des fondations du calcul arithmétique, alors on peut faire l'hypothèse d'un effet bénéfique de l'entraînement à la tâche d'estimation de nuages de points sur le calcul arithmétique. Cette expérience, conduite récemment aux États-Unis, montre effectivement que les performances en arithmétique d'enfants de 6-7 ans sont meilleures après un entraînement à une tâche d'estimation de nuages de points qu'après un entraînement à une autre tâche contrôle. Les chercheurs en ont donc conclu qu'il y aurait bien un lien entre estimation de quantités numériques non symboliques et apprentissage de l'arithmétique élémentaire.

NOUVELLES MÉTHODES

Il n'y a encore pas si longtemps de cela, l'étude du comportement était le seul outil disponible au chercheur pour étudier les fonctions mentales. Mais les trente dernières d'années ont vu l'avènement de nouvelles méthodes de neuro-imagerie qui permettent de mesurer l'activité cérébrale des participants lorsqu'ils effectuent une tâche donnée. L'une des plus populaires de ces méthodes est l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, qui permet de mesurer l'activité cérébrale de façon dynamique en tout point du cerveau. L'effet des manipulations expérimentales n'est maintenant plus seulement mesurable sur le comportement des participants, mais également sur leur activité cérébrale.

Reprenons l'exemple de l'étude plus haut. Au vu des résultats comportementaux obtenus, on peut se demander par quel(s) mécanisme(s) le fait d'estimer des quantités numériques peut améliorer le calcul arithmétique. L'une des possibilités, suggérée par les chercheurs eux-mêmes à l'origine de l'étude, est que l'estimation de quantités numériques et le calcul arithmétique pourraient faire appel à des mécanismes mentaux similaires. La neuro-imagerie permet ici de tester cette hypothèse : on peut en effet imaginer que la même région cérébrale pourrait être activée lors de la tâche de comparaison de nuages de points et lors de la tâche de calcul arithmétique.

Quel serait le résultat le plus pertinent dans ce que l'on vient de décrire pour les professionnels de l'éducation ? Serait-ce le fait que s'entraîner à esti-

mer des quantités numériques rend les enfants meilleurs en calcul arithmétique? Ou bien le fait que l'estimation de quantités numériques et le calcul arithmétique font appel à la même région cérébrale? Ce lien n'est intéressant pour l'éducation que si entrainer l'estimation de quantités cause une amélioration des performances de calcul. Parler de ce lien aux professionnels de l'éducation serait une perte de temps s'il n'y avait pas de conséquences sur le comportement, et ce, même si on montrait que les mêmes régions cérébrales étaient activées dans les deux tâches. Le fait qu'il y ait des conséquences sur le comportement suggère des pistes pour améliorer l'apprentissage de l'arithmétique à l'école (par exemple en mettant davantage l'accent sur des contenus pédagogiques se focalisant sur l'estimation de quantités non symbo-

liques). Pour l'éducation, la neuro-imagerie n'est utile que parce que les informations qu'elle fournit permettent d'expliquer des changements comportementaux. Après tout, l'école est jugée sur son efficacité à modifier le comportement, pas sur son efficacité à modifier le cerveau. Voilà pourquoi

Tester l'efficacité de méthodes pédagogiques fondées sur la recherche fondamentale.

l'étude du comportement est un premier chaînon manquant entre neurosciences et éducation.

■ Les études didactiques

De nombreuses recherches en psychologie cognitive et neurosciences s'arrêtent à la porte de la salle de

classe, ce qui illustre bien les difficultés à appliquer les méthodes des sciences cognitives à la salle de classe. Une exception : l'étude sur l'apprentissage de la lecture par Stanislas Dehaene et Édouard Gentaz (voir encadré).

En effet, cette étude sur la lecture est l'une des premières expérimentations menée en France par des chercheurs en sciences cognitives dans une salle de classe pour tester l'efficacité de méthodes pédagogiques fondées sur la recherche fondamentale, avec une méthodologie comparative entre un groupe test et un groupe contrôle. Même si elle peut être discutée, il y a une réflexion en amont sur le choix des méthodes et des outils didactiques utilisés en classe et surtout une prise en compte de l'importance d'accompagner et de former les enseignants, ■■■

Zoom Une étude critiquée sur l'apprentissage de la lecture

L'étude sur l'apprentissage de la lecture par Stanislas Dehaene et Édouard Gentaz avait pour but de mesurer les effets d'un entraînement cognitif fondé sur le déchiffrage et la compréhension sur les performances en lecture d'enfants scolarisés en CP par rapport à une méthode dite classique. L'hypothèse était que les entraînements cognitifs favorisent de manière optimum l'apprentissage de la lecture dans la mesure où ils sont élaborés à partir des résultats en sciences cognitives qui montrent l'importance de ces deux types de compétences pour apprendre à lire. Le déchiffrage comprend la conscience phonémique (capacité à reconnaître, identifier et manipuler les phonèmes) et la maîtrise du code alphabétique (capacité à connaître et utiliser les correspondances graphèmes-phonèmes). Il est évalué par la précision et la rapidité de la lecture des mots isolés. La compréhension est une compétence qui permet d'accéder au sens d'un énoncé (oral ou écrit), finalité première de l'apprentissage de la lec-

ture. La méthodologie qui a été utilisée dans cette étude était celle de l'expérimentation randomisée (où on fait intervenir le hasard). Elle s'est déroulée dans quatre-vingts classes de CP d'enseignants volontaires, répartis, après tirage au sort, en deux groupes : quarante classes expérimentales dont les enseignants bénéficiaient d'outils didactiques conçus par les chercheurs et d'une formation à leur utilisation et aux principes qui les sous-tendent et quarante classes contrôles dont les enseignants s'engageaient à utiliser leurs méthodes habituelles. Au début de l'année, tous les enfants étaient évalués avec des tests destinés à mesurer leur niveau de lecture. Ensuite, pendant six mois, ils bénéficiaient soit d'entraînements cognitifs fondés sur le déchiffrage et la compréhension (en plus de l'enseignement classique) pour le groupe expérimental, soit d'un apprentissage classique de la lecture pour le groupe contrôle. À la fin de l'année, ils étaient à nouveau testés (avec le même test) pour

mesurer leur niveau de lecture. Les résultats montrent qu'à la fin de l'année de CP, « les élèves des classes expérimentales ne lisaient pas mieux que ceux des classes de contrôle ». Les chercheurs expliquent ce résultat décevant par un manque de formation des enseignants (une vingtaine d'heures sur l'année). Le didacticien Roland Goigoux a critiqué cette étude sur plusieurs aspects : le modèle théorique d'apprentissage de la lecture fondant l'expérience, le choix de certains outils didactiques ainsi que leur conception, la méthode expérimentale adoptée et la démarche d'expérimentation randomisée appliquée dans l'enseignement. Ainsi, pour lui, si aucune étude comparative des méthodes d'apprentissage de lecture n'a permis d'établir une meilleure efficacité de tel dispositif méthodologique sur tel autre, « ce n'est pas parce que toutes les pratiques se valent mais parce que la variable méthode, trop grossière et mal définie, n'est pas une variable pertinente pour une telle recherche ». Il fait l'hypo-

thèse « *que les pratiques efficaces présentent des traits communs qui ne coïncident pas avec les typologies classiques de méthodes et que plusieurs manières de faire peuvent aboutir à des effets similaires*^[1] ». S'il semble arborer ces critiques pour défendre sa méthodologie d'enquête pour étudier l'influence des pratiques d'enseignement de la lecture et de l'écriture sur la qualité des apprentissages et reconnaître une certaine complémentarité entre les deux méthodologies, nous pouvons regretter qu'il ne mette pas en évidence les aspects novateurs et positifs de cette expérimentation d'une part, et les articulations entre les deux méthodologies d'autre part. Car selon nous, c'est précisément ce point qui est intéressant et qui peut permettre de construire un pont entre les sciences cognitives et la salle de classe.

JÉRÔME PRADO
ET MARIE-LINE GARDES

¹ « Enquêter sur les pratiques pédagogiques au cours préparatoire ». *Bulletin de la Recherche IFE*, n° 19, avril 2013.

2. Précautions

■ ■ ■ tant au niveau de l'avancée des recherches en sciences cognitives qu'au niveau des pratiques pédagogiques et des outils. Concernant la méthodologie et les critiques émises par Roland Goigoux, nous désirons apporter quelques éléments de réponses issus de la didactique (ici, du français).

Tout d'abord, une analyse didactique des contenus des méthodes d'enseignement de la lecture dites classiques pratiquées dans les classes contrôles permettrait de pouvoir comparer à priori les méthodes d'enseignement du groupe expérimental et du groupe contrôle et, notamment, identifier les points essentiels sur lesquelles elles diffèrent et les effets sur les apprentissages. Ensuite, une analyse des séquences didactiques conduites dans les classes expérimentales et dans les classes contrôles permettrait de savoir si ce qui était prévu s'est réellement passé ou pas. Les données recueillies permettraient de mener une analyse à posteriori des séquences d'enseignement effectuées, puis une confrontation des analyses à priori et à posteriori permettrait de valider des effets sur les apprentissages.

Au sein de ces études, une analyse des outils didactiques construits par les chercheurs et utilisés par les

enseignants en classe pourrait également être conduite pour répondre à sa seconde critique. Cela permettrait de prévoir puis d'analyser leurs effets sur les apprentissages, d'observer leur appropriation par les enseignants et l'usage qu'ils en font. Une analyse didactique des tests proposés serait également intéressante pour identifier précisément les compétences évaluées en lecture. Enfin, une

Il est primordial de ne pas dissocier les neurosciences des sciences comportementales.

analyse des contenus de formation des enseignants pourrait également apporter des éléments intéressants pour expliquer et interpréter les résultats des chercheurs. Notons que le didacticien peut, à minima, faire ces analyses, mais il peut également participer activement à l'élaboration de séquences d'enseignement, de scénarios de formation ou de constructions d'outils didactiques.

CONSTRUIRE UN PONT

Au final, nous pensons qu'il est possible de construire un pont entre neurosciences et éducation, mais que ceci demande de considérer les deux chaînons manquants. Un pre-

mier est l'étude du comportement : les neurosciences ne sont la plupart du temps intéressantes pour l'éducation que parce qu'elles permettent d'informer sur le comportement. Il est donc primordial de ne pas dissocier les neurosciences des sciences comportementales. Un deuxième chaînon manquant est la didactique. En effet, les sciences cognitives peuvent être très intéressantes pour permettre d'identifier des pratiques pédagogiques qui seraient efficaces pour l'apprentissage et suggérer ainsi des actions pédagogiques à expérimenter dans des classes. Mais les recherches en sciences de l'éducation sont tout aussi importantes pour étudier les processus d'apprentissage dans des situations réelles et complexes de la classe. Nous pensons qu'il y aurait tout à gagner à croiser la méthodologie expérimentale avec celle de l'ingénierie didactique. Cela enrichirait de manière significative les résultats portant sur les effets de séquences pédagogiques sur les apprentissages. ■

[HTTP://LIBRAIRIE.CAHIERS-PEDAGOGIQUES.COM](http://LIBRAIRIE.CAHIERS-PEDAGOGIQUES.COM)

