

Des sciences cognitives à la classe : Entretien avec Olivier Houdé

Les sciences cognitives frappent à la porte de la classe. Mais les concepts et outils développés dans les laboratoires ont-ils une pertinence dans les classes ? Les enseignants s'interrogent sur les apports de la psychologie expérimentale et des neurosciences et sur la possible articulation entre les résultats scientifiques et les pratiques de classe. Suite à la semaine du cerveau, pour poursuivre cette exploration, nous avons interrogé Olivier Houdé, instituteur de formation initiale, professeur de psychologie à l'Université Paris Descartes, directeur du Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Éducation de l'enfant (LaPsyDE) et membre senior de l'Institut Universitaire de France.

"L'enseignement repose toujours sur l'idée qu'il faut accumuler et activer des fonctions cognitives, et jamais sur l'idée de travailler sur les capacités d'inhibition." (O. Houdé, La Recherche, N° 388 30/06/2005) et encore "apprendre à inhiber des stratégies déjà existantes, qui entrent en compétition dans le cerveau" (journal du CNRS, N°214, novembre 2007). Quelles compétences devraient acquérir l'enseignant pour reconnaître les stratégies cognitives en compétition chez l'enfant et en quelles pratiques professionnelles cela pourrait être traduit ?



Olivier Houdé : « La pédagogie, c'est la science des apprentissages. Ce n'est pas seulement l'histoire des grands pédagogues : Montaigne, Freinet, Piaget, etc. Il faudrait dès lors que la science d'aujourd'hui, psychologie du développement de l'enfant et neurosciences cognitives, alimente la –pédagogie. Les découvertes en ces domaines devraient avoir un impact à l'école, dans le secteur sociétal de l'éducation, tout comme les neurosciences associées à la médecine ont déjà un fort impact dans le secteur de la santé. À l'image de la médecine, la pédagogie est un art qui devrait s'appuyer sur des connaissances scientifiques actualisées. En apportant des indications sur les capacités et les contraintes du 'cerveau qui –apprend', la psychologie peut aider à expliquer –pourquoi certaines situations d'apprentissage sont efficaces, alors que d'autres ne le sont pas. 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, les enseignants doivent savoir qu'il y a trois systèmes cognitifs dans le cerveau. L'un est rapide, automatique et intuitif (le Système 1). L'autre est plus lent, logique et réfléchi (le Système 2). Un troisième système, sous-tendu par le cortex préfrontal, permet l'arbitrage, au cas par cas, entre les deux premiers. C'est ce Système 3 qui assure l'inhibition des automatismes de pensée (issus du Système 1) quand l'application de la logique (Système 2) est nécessaire. Voici un exemple simple relatif au rôle positif de l'inhibition cognitive dans le cerveau lors d'une tâche scolaire. On sait qu'à l'école les enfants butent souvent sur des énoncés verbaux du type : Louise a 25 billes. Elle a 5 billes de plus que Léo. Combien Léo a-t-il de billes ? Fréquemment, l'enfant ne parvient pas à inhiber l'automatisme implicite 'il y a le mot plus alors j'additionne' ($25+5=30$) afin d'activer la soustraction ($25-5=20$), logique dans ce cas. Sur cet exemple précis, la psychologie expérimentale (recherche que nous avons publiée en 2013 dans le Journal of Educational Psychology, n°105, p. 701-708) a permis de mesurer le coût neurocognitif important d'entrée en action du Système 3 du cerveau (ici, inhiber $25+5=30$) lorsque les enfants apprennent à surmonter leur difficulté logique (bonne réponse =20). Au niveau de la pratique en classe, inutile donc de leur répéter, au-delà du nécessaire, les règles logiques de l'addition et de la soustraction (Système 2). C'est plutôt le Système 3 inhibiteur, le plus sollicité cérébralement (via le cortex préfrontal), qu'il faut exercer : apprendre à inhiber le puissant piège du 'plus'. Il y a beaucoup d'autres exemples de ce type dans le domaine de l'orthographe notamment, 'je les manges', 'je vous le direz', etc. (inhiber l'accord avec le mot le plus proche) ou dans le domaine du raisonnement logique. Par exemple, pour tester la solidité du raisonnement d'un enfant, dites-lui que (a) les éléphants sont des mangeurs de foin et (b) les mangeurs de foin ne sont pas lourds. Demandez-lui ensuite si cela veut dire que (c) les éléphants sont lourds ? Les enfants d'école primaire (6-12 ans) répondent souvent que oui, alors que rien ne leur permet de déduire logiquement cette conclusion des prémisses du syllogisme, c'est-à-dire des deux premières phrases (a et b). Nous avons démontré au laboratoire que la difficulté de ce type de

tâche de raisonnement, au cours du développement, est de parvenir à inhiber (Système 3) le contenu sémantique de la conclusion, c'est-à-dire ici la forte croyance des enfants quant au poids des éléphants. D'où leur réponse automatique et intuitive (Système 1) plutôt que logique (Système 2). Les enseignants peuvent consulter mon dernier Que sais-je? sur 'Le raisonnement' paru aux PUF début 2014 pour d'autres exemples de ce type, à différents âges ».

Quelles pistes pour enrichir une formation initiale et continue fonctionnant sur le modèle "cumulatif" pour que les enseignants s'approprient une certaine posture clinique (au sens d'observer, repérer, reconnaître les actions cognitives sous-jacentes) pour proposer des activités pédagogiques appropriées ? Et est-ce souhaitable ?

Olivier Houdé : « Ce qui serait souhaitable est de revoir systématiquement le statut de l'erreur cognitive. C'est une piste qui ouvre beaucoup d'autres. En psychologie de l'enfant, tout particulièrement, les erreurs sont aussi importantes que les réussites. C'est de leur logique que se déduisent les facteurs de progrès. Le développement cognitif est, on le sait, jalonné d'erreurs, de biais perceptifs et de décalages inattendus (voir les exemples ci-dessus en arithmétique, en orthographe, en logique).

Il ne faut toutefois pas se tromper sur la nature des erreurs. En psychologie ou à l'école, l'erreur dans une tâche cognitive est souvent considérée comme l'indicateur d'un Niveau (ou stade) N-1 de fonctionnement et sa disparition marque le passage (+1) au niveau N. Classiquement, on conclut -qu'en N-1 la notion testée par la tâche n'est pas encore maîtrisée, d'où l'erreur observée, alors qu'elle l'est en N. Cette conception coïncide avec l'idée que l'on se fait en général du développement cognitif et du progrès cumulatif des connaissances comme 'la montée d'un escalier' : N+1+1+1, etc. Le modèle de Jean Piaget (1896-1980) était ainsi. Mais ce modèle se heurte à un problème délicat : celui des 'faux négatifs'. Il s'agit de la tendance des psychologues ou des professeurs des écoles à conclure erronément que les enfants en échec dans une tâche cognitive sont incompetents (N-1) par rapport à la notion testée. C'est, bien entendu, un cas de figure possible. Toutefois, ce qui fait défaut à l'enfant peut aussi ne pas être la notion logique elle-même (Système 2), mais l'incapacité d'inhiber une autre notion ou stratégie (automatisme du Système 1) déclenchée par un élément trompeur de la situation et qui, subrepticement, entre en compétition avec la logique dans le cerveau. Ce n'est pas du tout pareil ! L'apprentissage doit alors porter sur la détection du piège et sur l'inhibition (Système 3) de la notion concurrente et interférente : c'est un exercice dit « exécutif » d'une partie inhibitrice du cortex préfrontal. Il s'agit d'une autre vision de l'erreur, du développement cognitif et de la pédagogie. Les enseignants pourraient dès lors s'essayer à détecter ces cas de faux négatifs dans les erreurs des enfants en classe.

En voici un exemple célèbre par rapport à la théorie de Piaget : l'erreur de conservation du nombre. Face à deux rangées de jetons de même nombre mais de longueurs différentes (après l'écartement de l'une des deux rangées), jusqu'à 7 ans environ, l'enfant considère 'qu'il y en a plus là où c'est plus long'. Piaget croyait que l'enfant n'était pas logique, qu'il était 'non-conservant' (niveau N-1). Mais c'est un faux négatif ! Sur cet exemple précis, nous avons pu démontrer expérimentalement à la fois par la chronométrie mentale (mesure des temps de réaction en millisecondes) et par l'imagerie cérébrale (IRM fonctionnelle) que ce qui pose réellement problème aux enfants d'école maternelle, avant l'âge dit 'de raison' (7 ans), n'est pas, comme le croyait Piaget, la logique de l'invariance du nombre en tant que telle (Système 2), déjà observée chez les bébés, mais l'intervention (arbitrage) de leur cortex préfrontal (Système 3) pour inhiber l'automatisme 'longueur égale nombre' (Système 1 intuitif et rapide). ... C'est de toutes ces données nouvelles « après Piaget » que doivent aujourd'hui s'emparer les enseignants pour ouvrir leurs propres pistes de réflexion sur les pratiques professionnelles.

De la recherche en sciences cognitives à la pédagogie en classe. Cela commence à se faire en France dans la formation continue par des cycles de conférences et ateliers au niveau des académies, mais il reste encore à inscrire cette nouvelle approche scientifique et neurocognitive des apprentissages dès la formation initiale (ESPÉ). »

La focale semble bien lointaine. Comment un enseignant peut-il être en mesure de discriminer les informations pertinentes ? L'observation des erreurs alors que l'enfant est en action suppose justement cette attitude clinique de l'enseignant, pertinente dans une relation de préceptorat ou, à la rigueur, en groupe restreint. Mais comment la conduire efficacement en classe où priment les logiques d'action de groupe ?

Olivier Houdé : « Depuis plusieurs années, j'organise avec mon laboratoire et des groupes de professeurs volontaires des écoles maternelles et primaires des réunions GFA : Groupes Formation-Action. Remplacés dans leurs classes pour une journée par l'Académie, nous leur exposons ces idées et découvertes scientifiques nouvelles. En réaction, ils évoquent librement des situations précises de blocages cognitifs des élèves qu'ils observent régulièrement. Nous les

analysons ensemble : quels automatismes (Système 1), quelles règles logiques par rapport aux programmes (Système 2), comment exercer sur ces cas précis l'apprentissage de l'inhibition des automatismes (Système 3). Ce cadre d'échanges hors de la classe permet un recul réflexif sur des problèmes concrets. Ensuite, les professeurs retournent dans leurs classes et appliquent au cas par cas, à géométrie variable, ces éléments d'analyse pédagogique : sur des exemples de mathématiques, d'orthographe, etc. Ils combinent alors cliniquement leurs intuitions pédagogiques et les données scientifiques nouvelles qu'ils ont apprises sur la psychologie de l'enfant et le cerveau. On fait ensuite un bilan. Beaucoup d'enseignants nous ont apporté des témoignages en fin d'année sur le fait que leur perception des erreurs cognitives des enfants avait changé au quotidien. Ils se demandent maintenant régulièrement si les enfants en échec n'ont pas des difficultés à inhiber un automatisme qui court-circuite la bonne réponse dans leur cerveau. Ils identifient mieux les pièges que, parfois involontairement, ils tendaient aux enfants. Certains ont réuni les enfants en classe par petits groupes qui partageaient le même blocage cognitif (voir photo jointe) et leur ont appris de façon synchrone à inhiber un automatisme erroné de réponse (Système 1), avec un jeu dit de « L'Attrape-piège » où l'enfant doit glisser lui-même un carton-réponse correspondant à son automatisme sous la zone hachurée (zone inhibitrice : Système 3) d'une planche de jeu. Un rond central sans hachure sur cette même planche correspond à l'espace des cartons-réponses plus logiques et réfléchis (Système 2). Ces allers-retours du laboratoire à la classe ont même donné lieu à des publications dans des revues internationales de haut niveau : *Journal of Experimental Child Psychology*, *Journal of Educational Psychology*, etc. Il n'y a pas de rupture nécessaire entre la science et les applications pratiques, en pédagogie comme en médecine. Les enseignants sont en fait très gourmands d'expérimentations de ce type, qui leur permettent de combiner la science et leur approche plus clinique des enfants. »

De nombreux travaux (les vôtres ou encore A. Gopnik) soulignent les analogies entre les procédures d'apprentissage des jeunes enfants et celles des chercheurs. Le temps de la science serait plus proche de celui de la « topologie ». Cette analogie est-elle susceptible de nous donner plus de clés pour penser les apprentissages en classe, notamment les sciences ?

Olivier Houdé : « L'épistémologie est l'étude critique des sciences destinée à déterminer leur origine logique, leur valeur et leur portée (histoire et philosophie des sciences). Mais il s'agit aussi d'une théorie générale de la connaissance et, selon cette seconde définition, la psychologie est une épistémologie expérimentale. La conception du développement de l'enfant a longtemps été – avec Piaget mais pas seulement – linéaire et cumulative, car systématiquement liée, stade après stade, à l'idée d'acquisition et de progrès. C'est le 'modèle de l'escalier' où chaque marche correspond à un grand progrès, à un stade bien défini – ou mode unique de pensée – dans la genèse de l'intelligence dite 'logico-mathématique' (Système 2) : de l'intelligence sensori-motrice du bébé (0-2 ans), basée sur ses sens et ses actions, à l'intelligence conceptuelle (nombre, catégorisation, raisonnement), d'abord concrète chez l'enfant (vers 6-7 ans), puis abstraite chez l'adolescent (vers 12-14 ans) et l'adulte. Cette logique des stades (N+1+1+1) est associée, on l'a vu, à une logique des erreurs (de type N-1) qui peuvent être des faux négatifs : par exemple l'erreur de conservation du nombre observée jusqu'à 7 ans.

La nouvelle psychologie du développement de l'enfant remet en cause ce 'modèle de l'escalier' ou, pour le moins, indique qu'il n'est pas le seul possible (voir mon *Que sais-je?* sur 'La psychologie de l'enfant' paru aux PUF en 2004, dernière réédition actualisée en 2013). D'une part, il existe déjà chez les bébés des capacités cognitives assez complexes, c'est-à-dire des (proto)connaissances physiques, mathématiques, logiques et psychologiques non réductibles à un fonctionnement strictement -sensori-moteur (la première marche de l'escalier chez Piaget). Les travaux d'Alison Gopnik sur les bébés dits 'scientifiques', 'statisticiens', le montrent particulièrement bien aujourd'hui. D'autre part, la suite du développement jusqu'à l'adolescence et l'âge adulte compris (la dernière marche) est jalonnée d'erreurs et de biais cognitifs (Système 1), incluant des 'retours en arrière' dans les performances. Les travaux de Daniel Kahneman, Prix Nobel d'économie 2002, l'ont bien démontré après Piaget.

Le décalage de performances (réussites/échecs) est d'ailleurs la règle du développement cognitif et non l'exception ! Ainsi, plutôt que de suivre une ligne ou un plan qui mène du sensori-moteur à l'abstrait, le développement est plutôt biscornu, accidenté, non linéaire. Se développer, c'est non seulement construire et activer des stratégies cognitives nouvelles, mais aussi apprendre à inhiber des stratégies déjà existantes qui entrent en compétition dans le cerveau. Dès lors, pour une même notion logique, un même concept à apprendre (Système 2), des échecs tardifs par défaut d'inhibition (Système 3) peuvent, selon les situations, succéder à des réussites bien plus précoces. Cela bouscule la -logique des stades bien définis chez les enfants.

On sait aussi que le temps de la science, celui des savants à travers les siècles, fait apparaître

des points d'arrêt, des ruptures, des puits, des cheminées d'accélération foudroyante, des déchirures, des lacunes. Selon cette épistémologie (on reconnaît ici les idées de Michel Serres), le temps cognitif se plie et se tord. Ses rapports relèvent de la topologie, science des voisinages et des déchirures, et non de la métrique, science des distances bien définies et stables (comme les stades de Piaget). Dans le développement cognitif de l'enfant, les chutes sont les erreurs inattendues, les décalages de performances, les biais cognitifs par défaut d'inhibition (on en a vu ici plusieurs exemples). Penser le développement cognitif ne revient dès lors pas à réduire la logique du temps à une ligne croissante d'âges ou de stades (ou classes et niveaux scolaires) fixes qui y correspondent. C'est rassurant mais c'est inexact ! Avoir cru à cette forme linéaire de progrès (depuis Condorcet au Siècle des lumières) est l'erreur épistémologique fondamentale de Piaget, des néo-piagétiens et de beaucoup de psychologues du développement, encore aujourd'hui. ...

Il faut penser le temps du progrès cognitif autrement : voir les enfants comme des petits savants qui, chacun dans leur style, ont des fulgurances intellectuelles précoces mais aussi peuvent se tromper à tout moment, petits ou grands, penser de travers, retomber dans le piège d'un automatisme. C'est avec ces avancées et ces reculs que le cerveau progresse de façon dynamique et non linéaire. Il résiste de mieux en mieux – mais pas toujours ! – aux automatismes de pensée. Mon prochain livre, à paraître à la rentrée de septembre, est consacré à cette redéfinition plus fine de la notion de progrès par la résistance cognitive du cerveau au cas par cas. Cela s'apprend et ne va pas de soi ! ».

Propos recueillis par Ange Ansur

Pour aller plus loin :
Le raisonnement, Olivier Houdé, Puf ; Que sais-je ?, 2014.