

Symposium de l'axe 4 : Evaluation et nouveaux apports des sciences cognitives

Des dispositifs et programmes de remédiation cognitive au service de l'évaluation scolaire, exemples d'apports des sciences cognitives

Agnès Gouzien-Desbiens*, **Bruno Vilette***, **Hursula Mengue-Topio***, **Sophie Cherrier****, **Samantha Meyer*****, **Marie Hild****** & **Natacha Duroisin*******

**Université Charles de Gaulle Lille 3*

***Université de la Nouvelle-Calédonie*

****Centre Hospitalier régional Universitaire - Centre d'Investigation Clinique Lille*

*****Ecole d'application, Trulin-Samain Lille*

******Université de Mons et Université Charles de Gaulle Lille*

De nombreux programmes et dispositifs existent aujourd'hui pour soutenir les habiletés scolaires des élèves (aux niveaux cognitif et conatif). Ils renvoient souvent à la notion de « remédiation » cognitive, elle-même issue du courant de « l'éducation cognitive » (Büchel, 1995). Cette notion désigne les « pratiques mises en œuvre par les adultes dans le but d'aider un enfant à développer les instruments de son intelligence, en organisant à son intention des expériences d'apprentissage médiatisé » (Perret, 2016, p. 85). La remédiation cognitive est une pratique mise en œuvre après une première aide inefficace, auprès d'élèves présentant des difficultés ou des troubles d'apprentissage. Nous avons choisi de mettre en valeur certains de ces programmes ou dispositifs de chercheurs et de praticiens provenant de France, de Belgique et de Nouvelle-Calédonie pour éclairer leurs contributions principales à la question de l'évaluation scolaire, dans différents domaines d'apprentissage (numérique, spatial, orthographique, métacognitif). Ces contributions prennent appui sur la remédiation en sciences cognitives et illustrent des changements importants dans la mise en œuvre des dispositifs de remédiation cognitive. Ces contributions correspondent aussi à des « jeux cognitifs » (Dehaene et Montialoux, 2012) à même d'améliorer le fonctionnement cognitif dans des domaines ciblés.

Depuis les années 50, la psychologie appliquée à l'éducation (un des champs de la psychologie du développement) a beaucoup changé.

Les premiers travaux étaient en effet d'abord centrés sur le socio-constructivisme et les structures cognitives : « Qu'est-ce que j'apprends » au cours du développement ? Y a-t-il des invariants ? Comment s'entretenir avec l'enfant pour l'aider à prendre conscience de ses représentations et les dépasser ? Comment l'enfant peut-il profiter des interactions pour se développer ?

Progressivement, la focale s'est déplacée sur « comment j'apprends » dans des domaines généraux et particuliers, c'est-à-dire sur les fonctions conatives (motivation) et cognitives (attention, perception, raisonnement, communication, mémorisation, structuration de l'espace, du temps...) et les domaines cognitifs, voire les tâches spécifiques d'apprentissage (de lecture, orthographe, rédaction, comptage, dénombrement, résolution de problèmes, apprentissage d'une langue étrangère...) (cf. Crahay et Dutrévis, 2010). Les quelques travaux présentés ici représentent assez bien ce changement de paradigme.

D'autre part, dans l'analyse des besoins des élèves en difficultés, il semble utile de rassembler tous ces éclairages, d'évaluer à la fois les fonctions cognitives et conatives (sont-elles opérationnelles dans les domaines impactés ?) et comment le sujet met en œuvre ses stratégies et connaissances spécifiques aux tâches impactées. C'est à ce prix que nous pourrions comprendre le fonctionnement et les acquisitions éventuellement fragiles de l'élève pour définir des priorités pour l'aider à surmonter ses difficultés, à mettre en place si nécessaire des « remédiations cognitives ». L'évaluation a donc toute sa place dans cette visée. Essayons d'articuler ces préoccupations dans les différents domaines investigués.

ACTIVITÉS BASÉES SUR L'ESTIMATION NUMÉRIQUE ET LE « SENS DU NOMBRE »

En mathématiques, et en particulier dans le champ de la construction du nombre, l'estimation des grandeurs semble imparfaitement maîtrisée par les élèves français entre 6 et 8 ans, conduisant à des erreurs récurrentes impactant les opérations et la résolution de problèmes. Partant du constat de faiblesses dans la maîtrise de l'estimation des grandeurs au cycle élémentaire, le programme ACE (Arithmétique et Compréhension à l'Ecole élémentaire) a été créé dans le but de consolider cette compétence, en prenant appui sur les sciences cognitives développementales (Vilette, 2016). **Vilette, Meyer et Hild** montrent comment il est possible de réinjecter les composantes de cette compétence dans l'enseignement auprès d'élèves de CP (Cours Préparatoire, c'est-à-dire l'équivalent de la 1^{ère} classe primaire, entre 6 et 7 ans) au moment où cette compétence est en pleine consolidation. Cela a conduit les chercheurs à construire une progression mathématique pour les élèves de CP fondée sur les apports de la psychologie du développement, des neurosciences et de la didactique des mathématiques. Cette progression met l'accent en particulier sur l'importance de l'estimation numérique dans les apprentissages mathématiques (Vilette, 2016) et la familiarisation systématique des élèves au système de représentation analogique et de traitement approximatif des nombres et du calcul (Dehaene, 1997). Six classes expérimentales du secteur ordinaire (soit 133 enfants) ont mis en œuvre cette progression dans sa globalité.

Cette progression, intitulée ACE, coordonne les activités mathématiques proposées au CP dans quatre directions. La première est celle du développement de l'estimation et des représentations analogiques approximatives qui sollicite, chez les élèves, le sens du nombre et du calcul (Dehaene, 2010 ; Fayol, 2013). La mise en correspondance répétée des représentations analogiques avec les représentations symboliques des nombres et des signes arithmétiques permet des calculs arithmétiques « sensés » (par exemple, une soustraction dans N ne peut accroître le plus grand opérande) et accompagne la réussite des apprentissages mathématiques (Vilette, 2008 ; 2016). La seconde direction consiste notamment à privilégier l'apprentissage conceptuel de la composition-décomposition des nombres (Ma, 2010). Pour cela, les élèves apprennent en particulier à manipuler divers systèmes de représentation et d'écritures symboliques (par exemple, dans la comparaison de $3+4$ et 6 , ou de $3+4+2$ et $5+2+4$, etc.) au sein de situations évolutives sur une longue durée (Brousseau, 1998 ; Sensevy et al. 2013). La troisième direction concerne la résolution de problèmes à énoncé verbal, où l'accent est mis sur l'analyse des propriétés et relations des objets de la situation et sur les possibilités de recodage sémantique d'une situation-problème donnée vers un codage plus abstrait et général (Sander et Richard, 2005 ; Sander, 2008 ; 2012). Le recodage sémantique réfère à la manière dont l'élève est susceptible de dépasser une compréhension spontanée de l'énoncé d'un problème fondée sur ses seules connaissances quotidiennes pour développer de nouvelles conceptions mathématiquement plus pertinentes et conformes aux objectifs de l'enseignement (Sander, 2012, 2016 ; Gamo, Sander et Richard, 2010 ; Richard et Sander, 2015). Impliquée dans chacune des trois autres, qui contribuent également à la développer, la quatrième direction renvoie à la

nécessité d'une pratique quasi-quotidienne du calcul mental qui consolide les connaissances déclaratives et automatise les connaissances procédurales (Fischer, 1998). La quantité de répétitions étant le facteur principal de la mémorisation en calcul (Fischer, 2012), cette pratique intense compense la tendance robuste d'un entraînement moins systématique à la technique opératoire posée et encourage la réactivation des faits numériques, ainsi que l'exercice des procédures (Fischer, Charron et Meljac, 2008). Toutes les activités de la progression ACE ont été implémentées dans quatre domaines dont la mise en œuvre est coordonnée en situation d'apprentissage. Par exemple, pour l'apprentissage de la soustraction, cette coordination implique : la désignation approximative du résultat d'une soustraction sur une ligne numérique (domaine Estimation) ; l'usage d'une technique de composition/décomposition en appui sur des systèmes de représentations (domaine Situation) ; l'usage d'un système de représentation de la soustraction (domaine Résolution de problèmes) dans un autre système de représentation (par exemple domaine Situation) ; l'appel à une procédure de calcul mental automatisée (domaine Calcul mental) pour résoudre mentalement un problème de calcul (Résolution de problèmes). Deux groupes témoin ont été constitués. Le premier groupe témoin (T1) est constitué de quatre classes ordinaires (90 enfants) qui ont expérimenté partiellement la même progression sans entraînement spécifique au sens du nombre et à l'estimation numérique. Le second groupe témoin (T2) est composé de dix classes ordinaires (193 enfants) qui ont mis en œuvre une progression classique (i.e., celle que les enseignants utilisent habituellement). Une évaluation des performances mathématiques est réalisée en début et fin d'année scolaire dans les trois groupes (groupe expérimental : nouvelle progression avec estimation, groupe T1 : nouvelle progression sans les apports de l'estimation, groupe T2 : progression classique). Les résultats des analyses de variance (ANOVA) mettent en évidence :

- une amélioration significative des performances arithmétiques dans les classes expérimentales comparativement aux classes témoin T1 et T2 ;
- une amélioration également plus marquée des performances mathématiques dans les classes témoin T1 par rapport aux classes témoin T2.

L'ensemble de la progression est disponible pour les professeurs dans une version papier et se trouve mis en ligne sur le site de la recherche (<http://python.espe-bretagne.fr/ace/>), qui offre également un forum d'échanges et d'accompagnement. Un aspect fondamental de la recherche ACE est en effet qu'elle confère aux professeurs, après une formation initiale spécifique à la mise en œuvre de la progression, un rôle d'acteur de la recherche expérimentation qui peut s'exprimer à la fois sur le forum du site de la recherche, au sein d'une liste de diffusion, au cours d'animations régulières, et au sein d'un stage bilan perspectives organisé en fin d'année scolaire. La recherche fonctionne ainsi largement sur le modèle d'une ingénierie coopérative (Sensevy, 2017 ; Joffredo-Le Brun et al., 2017). La progression est conçue dans l'objectif de permettre à tous les élèves de progresser et de profiter plus particulièrement aux élèves défavorisés.

Globalement, les résultats de cette recherche font ressortir l'intérêt à mobiliser le système de représentation analogique et approximatif des nombres au cours des apprentissages mathématiques à l'école. La mise en correspondance répétée de ce système analogique avec les nombres symboliques et les signes arithmétiques vers l'explicite développe chez les élèves le « sens du nombre » et permet des calculs « sensés ». Pour conclure sur l'intérêt de cette recherche, on peut en effet améliorer l'enseignement des mathématiques au primaire avec des activités basées sur l'estimation numérique et le « sens du nombre » en articulant les apports des sciences cognitives, notamment développementales (la progression suit les étapes développementales de la construction et de l'évolution de l'estimation numérique en lien avec les autres composantes) et neuropsychologique (la connaissance de l'activation des zones du cerveau impliquées dans les traitements numériques a contribué à valider

les activités les plus pertinentes pour déclencher les processus visés), notamment sur les fondements préverbaux du nombre et du calcul (Dehaene, 1997, 2010). Les incitations régulières à l'explicitation des procédures et raisonnements ont contribué à favoriser le transfert.

⇒ Retrouver le résumé long en ligne :

https://admee2018.sciencesconf.org/data/pages/ADMEE_2018_Actes_du_colloque.pdf#page=424

ACQUISITION DU PROCESSUS DE DÉCENTRATION PAR DES ACTIVITÉS BASÉES SUR UN JEU

Dans le domaine spatial, le dispositif mis au point par **Duroisin et Mengué-Topio** met, quant à lui, l'accent sur la nécessité d'évaluer (en particulier de façon écologique) le processus de décentration. Cette étude évalue les effets d'un dispositif de remédiation cognitive permettant l'exercice de l'habileté spatiale de décentration, c'est-à-dire la capacité à adopter, différencier ou se représenter mentalement un point de vue autre que le sien (Piaget et Inhelder, 1948 ; Beaudichon et Bideaud, 1979 ; Mounoud, 1997). Le dispositif a été expérimenté auprès d'élèves scolarisés (N=36) dans des établissements d'enseignement ordinaire et spécialisé en Belgique francophone de la ville de Tournai (le groupe contrôle : 20 élèves de 9 ans des classes ordinaires et le groupe expérimental : 16 élèves avec déficience intellectuelle légère à modérée de 9 ans d'âge mental et 15 ans d'âge réel, scolarisés dans l'enseignement secondaire spécialisé). Le traitement expérimental consistait en une séquence de quatre séances de jeu planifiées sur quatre semaines. Un intérêt est ici spécifiquement porté aux performances de décentration des élèves lors des situations d'apprentissage.

Les auteures partent de l'analyse du curriculum prescrit, implanté et maîtrisé qui met en évidence le fait que le processus de décentration, notamment impliqué dans plusieurs compétences mathématiques, est peu identifié dans les programmes scolaires, difficilement mis en œuvre par les enseignants et, de fait, peu maîtrisé par les élèves à l'occasion d'évaluations (qu'elles soient externes ou non ou réalisées en laboratoire) tant dans l'enseignement primaire que dans l'enseignement secondaire (Duroisin, 2015 ; Duroisin et Demeuse, 2016a ; Duroisin et Demeuse, 2016b). Les chercheurs s'appuient sur un dispositif d'enseignement-apprentissage basé sur le jeu prenant en compte les notions théoriques issues du champ des sciences cognitives et de la psychologie du développement qui les ont conduits à l'élaboration dudit dispositif et de l'expérimentation. Plusieurs recherches ont, en effet, démontré que la maîtrise des habiletés spatiales (visualisation spatiale, rotation mentale et décentration) est un indicateur de succès dans plusieurs domaines tels que les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques (Newcombe, 2013 ; Wai et al., 2009).

Le jeu Animo-Déclic® a été adapté pour correspondre aux besoins des publics ciblés par cette étude. Des gardiens et animaux du zoo ont joué aux photographes et se trouvent à différents endroits du plateau de jeu. Le but est de retrouver qui a pris les photos des animaux. La séance de jeu est proposée au groupe contrôle et au groupe expérimental selon les mêmes modalités. La séance de jeu compte cinq parties.

Dans le but d'évaluer le niveau de décentration des élèves avant et après avoir joué au jeu présenté, un livret de passation comprenant trois exercices est proposé aux élèves. Le premier exercice évalue la compréhension des notions d'avant et d'arrière-plan et la capacité de l'élève à situer des éléments les uns par rapport aux autres à partir d'une description donnée. Le deuxième exercice évalue la capacité de l'élève à associer à une photographie prise à l'intérieur de la maquette d'une chambre, la position réelle du photographe dans

la maquette et la direction prise par ce dernier pour prendre la photo. Pour terminer, le troisième exercice demande aux élèves d'associer diverses photos d'objets, situés sur une table, au bon photographe. Les consignes des exercices ont été revues selon la méthode FALC (facile à lire et à comprendre) de l'Union nationale des associations de parents de personnes handicapées mentales et de leurs amis (UNAPEI, 2009).

Les comparaisons intergroupes des scores au pré-test permettent de mettre en évidence des différences de performances à l'avantage des élèves constituant le groupe contrôle pour l'exercice 3 ($p=.021$). Concernant le post-test, une différence est marquée entre les deux groupes, en faveur du groupe contrôle, en ce qui concerne l'exercice 2 ($p=.035$). Même si les résultats n'ont pas été confirmés statistiquement ($p=.08$), on remarque que le groupe expérimental a amélioré ses résultats à l'exercice 3 du post-test. Ce même groupe a également obtenu de meilleures performances pour les exercices 1 et 2 du pré-test par rapport au post-test. Les performances du groupe contrôle se sont, quant à elles, significativement améliorées entre le pré-test et le post-test pour l'exercice 2 ($p=.012$).

Outre la mise en évidence des différences de performances entre les deux groupes, les résultats obtenus permettent de montrer à quel point une évaluation de type écologique est nécessaire si l'on souhaite évaluer un processus cognitif aussi complexe que la décentration. Ce constat semble pertinent à prendre en compte lors de l'enseignement-apprentissage et l'évaluation de l'habileté spatiale de décentration dans les cours de mathématiques notamment.

⇒ Retrouver le résumé long en ligne :

https://admee2018.sciencesconf.org/data/pages/ADMEE_2018_Actes_du_colloque.pdf#page=428

REMÉDIATION COGNITIVE DE DIFFICULTÉS EN ORTHOGRAPHE

Dans le domaine de l'orthographe, **Agnès Gouzien-Desbiens** s'appuie sur une recherche-action illustrant l'intérêt d'évaluer et de soutenir les fonctions exécutives (notamment l'attention et la mémoire de travail) parallèlement aux enseignements notionnels en orthographe pour remédier aux difficultés en orthographe d'enfants âgés de 7 à 12 ans.

En éducation cognitive, comme déjà énoncé, les pratiques s'appuient sur une « approche systématique de transmission des outils du fonctionnement intellectuel » (Büchel et Paour, 2005, p. 228). Elles ont permis de montrer que les habiletés intellectuelles des élèves peuvent être améliorées grâce à des interventions spécifiques, qualifiées souvent de « programmes » ou d'entraînement. Aujourd'hui, la remédiation cognitive vise à restaurer voire compenser les fonctions cognitives déficitaires (Franck, 2012). C'est le même but général que les deux recherches précédentes. La recherche-action rapportée ici touche 107 enfants signalés en difficultés graves en orthographe issus des classes du CE1 (cours élémentaire 1^{ère} année) au CM2 (cours moyen 2^{ème} année), équivalentes aux classes ordinaires belges de 2^{ème} à 5^{ème} primaire (concernant des élèves de 7 à 11 ans), d'un même groupe scolaire et scolarisés en internat de semaine. Cette étude montre l'impact de deux fonctions exécutives, l'attention et la mémoire de travail, dans l'évaluation et la remédiation de l'orthographe. On connaît leur implication chez les sujets dyslexiques-dysorthographiques (Fayol, Largy et Lemaire, 1994 ; Fayol, 2010) mais moins chez les sujets tout-venants en difficultés scolaires. Selon Engel (2002), la capacité de mémoire de travail conditionne la performance dans toute tâche compromettant le maintien actif de la représentation du but à atteindre. Cette capacité de mémoire de travail représenterait surtout la capacité des personnes à « contrôler leur attention afin de maintenir à leur esprit

essentiellement une seule représentation, le but de la tâche à effectuer » (ibid.). L'étude montre notamment que la mise en place d'une grille d'autocorrection (permettant d'alléger la mémoire de travail en dissociant la retranscription de l'application successive des règles syntaxiques) a pu effectivement améliorer les performances en orthographe (diminution d'environ quatre erreurs après une seule relecture). Cela indique que les sujets en difficulté scolaire grave en orthographe ne savent pas mobiliser spontanément leurs stratégies orthographiques mais peuvent le faire en fractionnant la charge mentale. De même, une information sur les conditions favorables à un sommeil réparateur suivie d'une contractualisation auprès des élèves (et de leur famille) a pu améliorer l'attention et les performances scolaires en orthographe : les connaissances et croyances métacognitives des élèves influencent donc bien les comportements (hygiène du sommeil) et les performances. On relève une réduction moyenne de 0,5 à 1,2 du degré de sentiment de fatigue exprimé à une échelle de fatigue au lever entre la semaine 1 (sans information) et la semaine 2, une réduction d'environ une activité excitante (non calme) la 2ème semaine relativement à la première, les enfants ayant essayé d'appliquer (le week-end) les propositions vues en classe. Néanmoins, les heures de lever le week-end ne semblent pas que du seul fait des enfants : certains doivent être levés tôt pour arriver en classe le lundi matin, d'autres doivent suivre leur famille dans leurs activités professionnelles certains week-ends. On relève aussi une réduction de la désynchronisation (décalage significatif entre l'heure du lever ou du coucher la semaine et le week-end) du week-end de 5 à 30 minutes par élève, une réduction du nombre d'éléments perturbateurs du sommeil, et une amélioration de la mobilisation des processus attentionnels de 18% lors d'une tâche de barrage. Si la désynchronisation et des habitudes retardant le coucher des élèves sont en effet connues sur la dégradation des performances attentionnelles et scolaires (par exemple Leconte, 2011), peu d'études montrent comment réhabiliter ces dernières. Au plus tard en fin d'année pour l'ensemble des élèves, leur niveau attentionnel et orthographique sont revenus dans la norme de leur âge. L'intégration des fonctions exécutives a donc permis ici d'identifier plus précisément l'origine des difficultés des élèves. Les fonctions exécutives, successivement entraînées, et l'analyse en situation ont permis les progrès constatés chez l'ensemble des élèves de ce groupe scolaire. Les difficultés en orthographe, comme dans la recherche précédente, ont pu être analysées en rapport avec les sources potentielles de vulnérabilité aussi bien dans le milieu écologique qu'en rapport avec le fonctionnement cognitif et conceptuel des sujets.

⇒ Retrouver le résumé long en ligne :

https://admee2018.sciencesconf.org/data/pages/ADMEE_2018_Actes_du_colloque.pdf#page=429

CONNAISSANCE DU CERVEAU ET DE SON FONCTIONNEMENT POUR AMÉLIORER L'APPRENTISSAGE ET L'AUTONOMIE DES ÉLÈVES

Dans le domaine métacognitif, **Sophie Cherrier** propose d'intégrer plusieurs des recommandations précédentes dans un dispositif innovant de formation des enseignants.

Cette étude traite des difficultés auxquelles des élèves de classe de seconde sont confrontés notamment en termes d'apprentissage et d'autonomie, ces difficultés ayant conduit les enseignants et la direction d'un lycée de Nouvelle-Calédonie à solliciter l'ESPE (Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education) pour la mise en place d'outils impliquant les neurosciences. Le dispositif a pu être mené dans le cadre de l'Accompagnement personnalisé dont l'objectif est de conduire les élèves vers une plus grande autonomie (intellectuelle) de travail en leur donnant des outils appropriés.

L'Accompagnement personnalisé est un enseignement de 2h hebdomadaire (circulaire n° 2010-013 du 29-1-2010MEN-DGESCO A1-3) mis en place dans les lycées depuis 2010 en France, dès la classe de seconde. Il doit permettre aux élèves de s'intégrer dans leur nouvel environnement, de développer leur autonomie, de réfléchir à leur orientation et de se préparer à la poursuite de leur cursus. Trois axes s'articulent dans cet enseignement : des apports méthodologiques, de l'approfondissement et du renforcement disciplinaire ainsi que de l'orientation professionnelle. Dans ce cadre, et pour diversifier les approches et pour améliorer l'apprentissage des élèves, un lycée de Nouvelle-Calédonie a sollicité l'ESPE de l'Université de Nouvelle-Calédonie afin de développer un contenu spécifique pour renforcer l'axe méthodologique en utilisant une approche s'appuyant sur les neurosciences.

L'étude porte sur l'utilisation des connaissances actuelles sur les conditions optimales d'efficacité du cerveau à un niveau méthodologique. Elle s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle une meilleure connaissance du cerveau et de son fonctionnement favoriserait l'apprentissage des élèves mais aussi leur autonomie de travail. Le dispositif a été mis en place sur deux années consécutives. Il comporte deux niveaux d'action : pour les enseignants, une formation et un accompagnement dans l'élaboration des contenus ; pour les élèves, les contenus eux-mêmes. Quatre thématiques sont explorées : apprendre à apprendre, apprendre à se concentrer, apprendre à mémoriser, apprendre à mettre en œuvre des stratégies. Le dispositif se déroule en plusieurs étapes, observation des pratiques initiales, formation proprement dite, suivi de l'élaboration des outils et mise en place de ces outils. L'évaluation du dispositif se fonde sur la mesure de l'impact et du transfert de ces connaissances nouvelles tant du côté des élèves que de celui des enseignants, à partir de questionnaires, de l'analyse des résultats scolaires sur l'ensemble des disciplines et de l'analyse de séances filmées de classe. L'un des objectifs est de former des enseignants capables d'analyser leur pratique, de « réfléchir », d'innover et de produire collectivement des réponses originales aux problèmes quotidiens (Feyfant, 2013) en les initiant à des concepts simples issus des neurosciences puis de les suivre dans la mise en place d'outils pertinents et adaptés pour leurs élèves. Les enseignants du lycée ont été formés et suivis tout au long du dispositif par les formateurs de l'ESPE. Un comité de pilotage composé de membres formateurs à l'ESPE et de membres de l'administration du lycée, a permis à la fois de gérer les aspects techniques et matériels du dispositif mais aussi de le réguler sur la durée. Une première phase de formation se base sur de l'observation des pratiques professionnelles initiales des enseignants et les outils déjà élaborés dans cet enseignement d'aide personnalisée. Une seconde phase sur la formation des enseignants pendant quatre jours, soit 24h de formation, au travers de contenus en neurosciences et d'ateliers afin d'élaborer les outils qui seront utilisés avec les élèves (avec les quatre thématiques énoncées plus avant). La troisième période est la finalisation des outils par l'équipe enseignante et l'harmonisation des approches, elle est associée à un suivi de la part des formateurs sur des temps de pause hebdomadaire. La quatrième phase consiste en la mise en œuvre devant les élèves de ces outils et apports en neurosciences sur une durée de six semaines, soit 12h d'enseignement élève. Pendant cette phase, un suivi d'analyse de pratique par les formateurs de l'ESPE a eu lieu, les séances ont été filmées et analysées. Une dernière phase de réflexion avec l'équipe a porté sur le ressenti du projet et de sa mise en place.

L'évaluation de la première année s'est faite pour les élèves par un questionnaire basé sur « l'Echelle multidimensionnelle d'Efficacité Scolaire Perçue » (MSPPSE, Bandura, 2006, traduite et validée, Dietrich et Mikolajczyk, 2010), associée à une analyse des résultats scolaires (logiciel scolaire pronote) et un questionnaire de satisfaction. De même, « l'Echelle de Sentiment d'Efficacité Personnelle des Enseignants » (TSES de Tschannen-Moran et Hoy, 2001 ; Woolfolk et Hoy, 1990), soumise aux enseignants, est associée à une analyse des séances de classe filmées.

Les questionnaires à destination des enseignants basés sur l'évaluation de l'efficacité d'une formation (Gerard, 2003) permettent d'une part, de mesurer l'effet d'un dispositif de formation (pertinence, efficacité et transfert). Les résultats sur les différentes dimensions, corrélés, montrent un effet positif du dispositif. Par exemple, 61% d'entre eux jugent que ce dispositif les a aidés dans leur année d'enseignement et 69% le conseillent aux futurs élèves de seconde.

Les élèves et les enseignants se sont déclarés plus intéressés par ces connaissances nouvelles sur les conditions du fonctionnement optimal du cerveau et sa mise en œuvre dans leur cursus de formation que par les formations antérieures (sans cet accompagnement), de même que par la modification des pratiques des enseignants, nécessaires : pour favoriser une émulation et une cohésion de l'équipe enseignante (les enseignants qui pensent que cette approche métacognitive neuroscientifique est un plus en méthodologie de l'accompagnement personnalisé) pour les uns, pour soutenir la conscience de soi, l'intérêt, le sentiment de compétence et la créativité des autres. On relève aussi une réduction significative de l'absentéisme des élèves. Cette étude illustre à nouveau dans un autre champ comment « réparer » ou réorganiser des fonctions/compétences non déficitaires mais peu ou mal utilisées spontanément par des sujets décrocheurs.

Ainsi, à travers tous ces exemples de recherches, nous pouvons mesurer à quel point la remédiation cognitive aujourd'hui s'accompagne de plus en plus de dispositifs de prévention, en milieu écologique, en situation, dans le domaine du nombre, de l'espace, de l'orthographe ou des stratégies d'apprentissage... Les « cibles » des programmes d'entraînement ne sont plus nécessairement des sujets avec des troubles mais peuvent être simplement « à risque » d'en développer selon les connaissances déjà acquises sur les trajectoires développementales des personnes avec des troubles d'apprentissage. Ces dispositifs ne sont donc plus seulement construits en laboratoire ou dans l'interaction psychologue/sujet hors contexte de transfert, face à des évaluations et constats déficitaires initiaux de processus, de stratégies, ou même de fonctions exécutives. Ces dernières, qui font l'objet d'un grand nombre de recherches comme variables déterminant l'efficacité du traitement de l'information peuvent finalement être utilisées aussi comme des variables dépendantes dont on peut chercher à modifier les conditions d'efficacité chez une personne donnée. Les préoccupations communes de ces recherches (tenir compte à la fois des caractéristiques développementales des sujets, des particularités fonctionnelles et neurologiques des processus impliqués, des exigences de transfert en milieu écologique) permettent de rapporter des résultats utiles et stables en matière de généralisabilité des compétences construites, ouvrant la voie à d'autres séries de travaux prometteurs.

⇒ Retrouver le résumé long en ligne :

https://admee2018.sciencesconf.org/data/pages/ADMEE_2018_Actes_du_colloque.pdf#page=431

Références bibliographiques

- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in cognitive Development and functioning. *Educational Psychologist*, 28, 117-148.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares & T. Urdan (dir.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307-337). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Beaudichon, J., & Bideaud, J. (1979). De l'utilité des notions d'égo-centrisme, de décentration et de prise de rôle dans l'étude du. Développement. *L'année Psychologique*, 2, 589-622.
- Brousseau G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La pensée sauvage.
- Büchel, F. (1995). *L'éducation cognitive*. Lausanne: Delachaux et Niestlé.
- Büchel, F., & Paour, J.L. (2005). Déficience intellectuelle: déficits et remédiation cognitive. *Enfance*, 57, 227-240.

- Crahay, M., & Dutrévis, M. (2010) (dir.). *Psychologie des apprentissages scolaires*. Bruxelles: De Boeck.
- Dehaene, S. (1997). *Le cerveau en action: Imagerie cérébrale fonctionnelle en psychologie cognitive*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Dehaene, S. (2010). *La bosse des maths*. Paris: Odile Jacob.
- Dehaene, S., & Montialoux, C. (2012). Que nous apprennent les neurosciences sur les meilleures pratiques pédagogiques? *Regards croisés sur l'économie*, 2 (12), 231-244.
- Dietrich, A., & Mikolajczyk, C. (2010). *Le sentiment d'efficacité personnelle des élèves en décrochage scolaire*. Aix-en Provence: université de Provence.
- Duroisin, N. (2015). Quelle place pour les apprentissages spatiaux à l'école? Etude expérimentale du développement des compétences spatiales des élèves âgés de 6 à 15 ans. *Thèse de doctorat*. Université de Mons.
- Duroisin, N., & Demeuse M. (2016a). Quand l'évaluation des apprentissages spatiaux est plus facile à dire qu'à faire... *Communication au 28e colloque de l'ADMEE-Europe*, Lisbonne, Portugal.
- Duroisin, N., & Demeuse, M. (2016b). Le développement de l'habileté de visualisation spatiale en mathématiques chez les élèves âgés de 8 à 14 ans. *Petit x*, 102, 5-25.
- Engel, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23.
- Fayol, M., Largy, P., & Lemaire, P. (1994). When cognitive overload enhances subject-verb agreement errors. A study in french written language. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47A, 437-464.
- Fayol, M. (2010). L'orthographe du français et son apprentissage. In M. Crahay & M. Dutrévis (dir.), *Psychologie des apprentissages scolaires* (pp. 258-272). Bruxelles: De Boeck.
- Fayol, M. (2013, 2^eème éd.). *L'acquisition du nombre*. Paris: PUF.
- Fayol, M. (2014). *L'orthographe*. Paris: PUF.
- Feyfant, A. (2013). Quels contenus pour l'enseignement obligatoire? *Dossier d'Actualité Veille et Analyses*, n°85, 1-24.
- Fischer, J.-P. (1998). La distinction procédural/déclaratif: une application à l'étude de l'impact d'un « passage du cinq » au CP. *Revue Française de Pédagogie*, 122, 99-111.
- Fischer, J., Charron, C., & Meljac, C. (2008). Les différences entre sexes en arithmétique: des enfants aux adultes. *Bulletin de psychologie*, 495(3), 227-235. Consulté sur doi:10.3917/bupsy.495.0227
- Fischer J.-P. (2012). Que sont nos tables devenues? *Psychologie & Education*, 4, 97-109.
- Fischer, J., & Koch, A. (2014). La magie computationnelle de la voie ventrale est-elle à l'origine de l'inversion des lettres et des chiffres chez l'enfant de cinq à six ans? *Revue de neuropsychologie*, 6(4), 230-237. Consulté sur doi:10.1684/nrp.2014.0318
- Franck, N. (2012). *La remédiation cognitive*. Paris: Dunod.
- Gamo, S., Sander, E., & Richard, J.-F. (2010). Transfer of strategy use by semantic recoding in arithmetic problem solving. *Learning and Instruction*, 20, 400-410.
- Gérard, F-M. (2003). L'évaluation de l'efficacité d'une formation. *Gestion 2000*, 20, 3, 13-33.
- Gérard, F-M, Braibant, J-M., & Bouvy, T. (2006). Évaluer l'efficacité pédagogique d'une formation ou d'un cours à l'aide d'un outil d'autoévaluation. *Communication présentée au 19e Colloque de l'ADMEE-Europe*, Luxembourg.
- Joffredo-Le Brun, S., Morellato, M., Sensevy, G., & Quilio, S. (2017). Cooperative Engineering as a Joint Action. *European Educational Research Journal*, 17, 1, 187-208.
- Leconte, C. (2011). *Des rythmes de vie aux rythmes scolaires, quelle histoire!* Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.
- Ma, L. (2010). *Knowing and teaching elementary mathematics: teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. New York: Routledge.
- Mounoud, P. (1997). Coordination des points de vue et attribution de croyances: de la théorie de Piaget aux théories « naïves » de l'esprit. *Psychologie française*, 42, 1, 31-43.

- Newcombe, N. (2013). Cognitive development: Changing views of cognitive change. *Cognitive science*, 4(5). Consulté sur doi:10.1002/wcs.1245
- Perret, P. (2016). Accompagner le développement de l'intelligence: les pratiques d'éducation et de remédiation cognitive. *Enfance*, 1(1), 85-111. Consulté sur doi:10.4074/S0013754516001075
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris: PUF.
- Richard, J-F., & Sander, E. (2015). Quelles relations établir entre la résolution de problèmes et l'introduction des opérations et de leurs propriétés? Faut-il systématiquement relier les enseignements à des situations de la vie réelle ou concevoir des situations ad hoc? Rapport technique pour la conférence de consensus « Nombres et opérations: premiers apprentissages à l'école primaire », CNESCO, novembre 2015.
- Sander, E. (2008). Les connaissances naïves en mathématiques. In J. Lautrey, S. Rémi-Giraud, E. Sander & A. Tiberghien (dir.), *Les Connaissances Naïves* (p. 57-102). Paris: Armand Colin.
- Sander, E. (2012). Analogie et transfert de connaissances: une perspective cognitive et développementale. In F. Darbellay (dir.), *La Circulation Des Savoirs: Interdisciplinarité, Concepts Nomades, Analogies, Métaphores* (pp. 149-170). Bern: Peter Lang.
- Sander, E. (2016). Enjeux sémantiques pour les apprentissages arithmétiques. *Bulletin de psychologie*, 546(6), 463-469. Consulté sur doi:10.3917/bupsy.546.0463
- Sander, E., & Richard, J.-F. (2005). Analogy and transfer: encoding the problem at the right level of abstraction. In Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 1925-1930), Stresa, Italy.
- Sensevy, G. (2011). *Le Sens du Savoir: Éléments pour une Théorie de l'Action Conjointe en Didactique*. Bruxelles: De Boeck.
- Sensevy, G. (2017). Le collectif en didactique. Quelques remarques. In Y. Matheron & G. Gueudet (dir.), *Enjeux et débats en didactique des mathématiques. Actes de la XVIII^e École d'été de didactique des mathématiques* (pp. 223-253). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., & Morales, G. (2013). Cooperative Engineering as a Specific Design-Based Research. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 45(7), 1031-1043.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A.W. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783-805.
- UNAPEI. (2009). *L'information pour tous: règles européennes pour une information facile à lire et à comprendre*. Paris: UNAPEI.
- Vilette, B. (2008). Le comptage et la construction de la ligne numérique mentale chez l'enfant. In *Constructivisme et Education: Construction Intra/intersubjective des Connaissances et du sujet Connaisseur* (p. 55-63). Genève: Editions du SRED.
- Vilette, B. (2016). Effets d'entraînements basés sur l'estimation numérique auprès d'enfants avec une dyscalculie ou des troubles du calcul. *Développements*, 20-21, 57-77.
- Vinatier, I., & Morrissette, J. (2015). Les recherches collaboratives: enjeux et perspectives. *Carrefours de l'éducation* 2015/1, 39, 137-170.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, P. (2009). Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance. *Journal of Educational Psychology*, 101, 4, 817-835. Consulté sur doi:10.1037/a0016127
- Woolfolk, A. E., & Hoy, W. K. (1990). Prospective teachers' sense of efficacy and beliefs about control. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 81-91.