

Fonder une pédagogie sur des preuves,
non sur des intuitions :

Les données des sciences cognitives
peuvent-elles être mises au service
de l'école ?

Peut-on parler de neuro-éducation ?

Séminaire inspecteurs promotion 2016
11 octobre 2016

Cassandra Potier Watkins
Cognitive Neuroimaging Unit - NeuroSpin,
<http://www.unicog.org/>
cassandra.POTIER-WATKINS@cea.fr

Première idée : le cerveau de l'enfant est structuré

Le cerveau est organisé dès la naissance. Il contient des connaissances innées, mais aussi des algorithmes sophistiqués d'apprentissage.

L'apprentissage est possible grâce à la plasticité cérébrale.

Chez l'enfant, le cerveau est particulièrement **plastique**, doté de puissants algorithmes d'inférence statistique.

□ La famille et l'école doivent fournir à ce "super-ordinateur" un environnement enrichi, structuré et stimulant, et ce dès le plus jeune âge.

La plasticité cérébrale est modulée, positivement par l'enrichissement de l'environnement, négativement par la peur et les émotions négatives.

→ L'environnement d'apprentissage (familial et scolaire) doit être d'une grande richesse, empli de renforcements positifs et libéré de toute peur.

Toutefois, il ne faut pas surestimer la plasticité. Le cerveau de l'enfant est **structuré dès la naissance**, ce qui lui confère des intuitions profondes (notamment dans le domaine des objets, de l'espace, des nombres, du langage parlé, *etc.*), mais aussi impose des limites à l'apprentissage.

□ L'enseignant doit connaître ces intuitions, s'appuyer sur elles. Tous les enfants sont "construits" de la même manière, et les mêmes domaines leur posent des difficultés. Certaines stimulations doivent **absolument** être fournies précocement (par exemple l'exposition à une seconde langue).

L'éducation comme un "recyclage neuronal"

- Nous héritons, de notre évolution, des représentations intuitives de domaines importants pour notre survie :
 - espace, nombre, langage, *etc.* ;
 - mais pas d'évolution propre à la lecture, à l'écriture, à l'arithmétique formelle !
- l'apprentissage **recycle** ces systèmes cérébraux pour de nouveaux usages culturels ;
- l'enfant dispose d'intuitions non-conscientes sur lesquelles l'enseignant peut et doit s'appuyer.

Objectifs du séminaire :

- Identifier les différents objets d'évaluation ;
- choisir la méthodologie d'évaluation adaptée à l'objet d'évaluation et apporter un éclairage international ;
- évaluer pour impulser des pratiques qui favorisent la réussite des élèves ;
- gérer et accompagner les personnels dans l'évolution de leurs parcours professionnels.

1) Identifier les différents objets d'évaluation

"Corrélation n'est pas
causations !"

2) Choisir la méthodologie d'évaluation adaptée à l'objet d'évaluation et apporter un éclairage international

- Une théorie bien fondée ;
- une étude au laboratoire, ou une intervention dans la classe avec pre et post tests et groupe témoin ;
- des résultats validés par un journal scientifique.

ELAN pour la Lecture

Une Méthode Basée sur
les Preuves
et qui Fera Ses Preuves !

Les sciences cognitives et la lecture

L'efficacité de plusieurs principes d'apprentissage a déjà été démontrée :

- Apprentissage des **règles de correspondance graphème-phonème** (Cunningham, 2001) ;
- apprentissage explicite et systématique du **code alphabétique** (Bishop & Adams, 1990; Ehri, Linnea C., et al., 2001) ;
- introduction des correspondances graphème-phonème dans un **ordre rationnel** fondé sur la fréquence, la régularité et la complexité (Dehaene, Dehaene-Lambertz, Gentaz, Huron, & Sprenger-Charolles, 2011) ;
- association systématique de l'écriture et de la lecture (Bara et Gentaz, 2010) ;
- Ce type d'apprentissage obtient les meilleurs résultats avec les élèves les plus en difficulté (Lovett, Ransby, Hardwick, Johns, & Donaldson, 1989; Foorman, Francis, Fletcher, Schatschneider, & Mehta, 1998).

La progression pédagogique

ELAN s'appuie sur une progression de **correspondances graphème – phonème (CGP)** qui enseigne explicitement le code alphabétique (Lété, Sprenger-Charolles, Colé 2004)

Nous avons revu la progression :

- Introduire le 'e' pour les mots courts dès les premières leçons sur les voyelles
- Rajouter les CGP avec des mots d'une syllabe au début de la progression
- Enlever les CGP peu utilisées, souvent des anglicismes

Étape 1) Visualiser la Prononciation du chaque Graphème

La recherche a pu démontrer que notre système visuel influence notre perception du son. C'est ainsi très important pour l'enfant de 'voir' comment on prononce chaque graphème.

Une vidéo d'un enfant un peu plus âgé donne l'exemple.

La vidéo est accessible à tout moment par l'enfant et peut revenir dans le cadre d'une progression dans le cas d'un rappel.

Etape 3) Ecrire les Lettres

Notre cerveau contient un mécanisme de reconnaissance visuelle invariante, qui a évolué pour reconnaître les objets et les visages, quelle que soit leur orientation.

odil libo

Cette généralisation en miroir doit être **désapprise** lorsque nous apprenons à lire.

L'écriture joue un rôle dans la reconnaissance des lettres et aide les enfants à apprendre les lettres par leur forme. (Longcamp, Zerbato-Poudou, Velay, 2005; Gentaz et al., 2003; Bara, Gentaz et Colé, 2007; Boisferon, Bara, Gentaz et Colé, 2007)

Logiciel LUDO : Lecture

Fondé sur les **sciences cognitives**

- Des jeux **syllabiques et phonologiques** pour automatiser la reconnaissance des correspondances Graphèmes – Phonèmes ;
- des jeux pour **écrire des mots** qui focalisent l'attention sur la lecture de la gauche vers la droite et mettent l'attention sur l'emplacement de chaque son dans un mot et sur le graphème qui lui correspond.

ELAN, Une Méthode
Basée sur les Preuves et qui Fera
Ses Preuves !

académie
Poitiers



Cahier des charges de la recherche

ELAN
pour la
Lecture



L'année scolaire 2016 – 2017

1000 élèves CP participeront dans la projet ELAN

Les participants seront repartis en 3 groupes :
Au sein de chaque classe, les élèves seront tirés aléatoirement entre ces deux groupes.

- **Groupe (1) ELAN pour la lecture.**
- **Groupe (2) Nombres.**
- **Groupe (3) Classes entières sans Tablette :**
groupe normatif, qui suit une pédagogie habituelle sans tablette.

Logiciels pour les Nombres

Deux jeux éducatifs gratuits, conçus par des chercheurs, pour faire travailler la liaison entre les symboles numériques et les quantités.

<http://lacourseauxnombres.com/nr/home.php?lang=fr>

<http://attrapenombres.com/an/home.php?lang=fr>

Une étude croisée

Année scolaire 2016 - 2017

ELAN
pour la
Lecture



sept.	oct. – jan.	fév.	mars – mai	juin
pre-test	Intervention A	post-test A	Intervention B	post-test B
	Groupe(1) ELAN & Groupe(2) Nombres Groupe(3) Classes sans tablettes		Groupe(2) ELAN & Groupe(1) Nombres Groupe(3) Classes sans tablettes	

Mesures de la recherche Pré/Post-test

- Prédicteurs de la lecture (EVALEC)
 - Segmentation ;
 - assemblage ;
 - suppression ;
 - reconnaissance des lettres ;
- Mesures de la lecture
 - Tests normalisés de la lecture des textes (Alouette) et des mots (LUN) à haute voix ;
 - lecture de pseudo-mots à haute voix (décodage) ;
 - compréhension d'un texte lu ;
- Mesure de la compréhension des nombres
 - Comptage ;
 - addition ;
 - soustraction ;
 - magnitude (symbolique et non-symbolique).

l'Intervention dans la classe

ELAN
pour la
Lecture



Dans notre Cahier des charges, nous avons prévu une intervention par petits groupes de 6 à 8 enfants en **atelier fond de classe**.

Pour valider l'étude, les enfants doivent participer un minimum de **trois jours par semaine**, pendant **20 minutes** par jour.

Le planning et l'atelier sont bien sur une décision qui sera prise ensemble avec le rectorat et les enseignants.

Pilote d'ELAN



direction des services
départementaux
de l'éducation nationale
Val-de-Marne



De mi-avril à mi-mai 2016, le laboratoire de Sid Kouider à LSCP mène un **test de l'ergonomie** des jeux dans une école de l'Académie de Créteil.

Recherche dans la recherche !

Choix de facteurs à étudier dans la méthode

L'expérimentation permettra de **tester des facteurs dont l'impact sur l'apprentissage n'est pas encore démontré.**

Selon le principe de la méthode A/B, **chaque enfant aura un logiciel légèrement différent**: de tout petits changements seront introduits dans la présentation des exercices.

Nous testons deux types de **paramètres** :

1. des manipulations qui figurent fréquemment dans les livres scolaires, mais dont l'utilité n'a jamais été prouvée ;
2. des manipulations introduites dans quelques études publiées, mais jamais expérimentées en grandeur nature.

Paramètre (1)

Les noms des lettres

La connaissance des noms des lettres est un prédicteur important de l'acquisition de lecture. (NPR, 2001; Cunningham, J. W. 2001). Cependant, cette connaissance est peut-être dûe à l'environnement de l'enfant qui soutient des activités lecture.

Nous testerons deux versions du logiciel, dont une qui enseigne les noms des lettres de l'alphabet.

Paramètre (2)

Tracer ou copier les graphèmes

Comment mettre en œuvre l'apprentissage de l'écriture des graphèmes dans les leçons ?

Les résultats des études précédents sont mitigés... certains montrent que les enfants qui tracent les lettres font moins d'erreurs de reconnaissance, d'autres montrent une meilleure rétention en mémoire de la lettre si l'enfant doit la copier de mémoire. (Gonzalez, Anderson, Culmer, Burke, Mon-Williams, Wilkie, 2010; Hirsch & Niedermeyer, 1972)

Nous testerons deux versions du logiciel, dont une où les enfants traceront le graphème et une autre qui nécessite que l'enfant copie le graphème de mémoire.

Paramètre (3)

Coloration de texte

Les animaux sont au désespoir.

Que faire au sujet du Putois qui dit des mensonges ?

Putois dit : « j'ai vingt enfants »

Les animaux découvrent qu'il n'a en réalité qu'un enfant.

Ils en ont assez !

Ils vont trouver Lune.

« Je vais donner une leçon à ce Putois.

Putois tu pueras de plus en plus quand un mensonge diras ! »

Paramètre (3)

Coloration de texte

La coloration de certains aspects de texte (les voyelles, les syllabes) est souvent utilisée dans les méthodes, cependant les bénéfices ne sont pas prouvés.

Nous testerons trois versions du logiciel :

- texte sans coloration ;
- coloration des syllabes. Le ballon a roulé sur le sol ;
- les voyelles qui sonnent en rouge : Le ballon a roulé sur le sol.

Paramètre (4)

Espacement des lettres

Deux études ont pu montrer que l'**espacement** entre les lettres améliore le temps de reconnaissance des mots pour les enfants et les adultes (Perea, Panadero, Moret-Tatay, Gómez, 2012; Vinckier, Qiao, Pallier, Dehaene, Cohen, 2011). Cependant, ce facteur manque de test d'efficacité au moment de l'apprentissage de la lecture.

Nous testerons deux versions du logiciel, dont une avec un espacement augmenté entre les lettres.

Paramètre (5)

Apparition séquentielle de la gauche à la droite des graphèmes

Dans la classe, l'enfant observe l'apparition séquentielle des correspondances graphème – phonème en observant l'enseignant qui écrit. Cette observation de l'écriture de la gauche vers la droite est peut-être facilitatrice de la lecture de gauche à droite.

Le ballon a roulé sur le sol.

Nous testerons deux versions du logiciel, dont une avec l'apparition séquentielle des graphèmes de gauche à droite, au lieu de l'apparition en bloc.

Paramètre (6)

Accélération de la vitesse de lecture

Plusieurs études ont pu montrer que des logiciels qui font disparaître les lettres/mots de la gauche à droite, incitent l'enfant (et les adultes) à lire plus vite. L'effet améliore le temps de lecture sans perte de compréhension (Breznitz, Shaul, Horowitz-Kraus, Sela, Nevat & Karni, 2013; Breznitz, 1987).

Le ballon a roulé sur le sol.

Nous testerons deux versions du logiciel, dont une avec un effet de disparition de gauche à droite.

Paramètre (7)

Apprentissage de la morphologie

La compréhension de la **morphologie** : racines des mots, préfixes, suffixes, facilite la compréhension en lecture.

Nous testerons deux versions du logiciel, dont une avec des leçons explicites sur la morphologie.

- le "s " au pluriel ;
- le féminin de l'adjectif en ajoutant un "e" au masculin ;
- conjugaison présent, passé composé, imparfait et futur simple.

ELAN pour la Lecture

Un Projet Investissements d'Avenir Développement de l'Economie Numérique

Une suite de jeux sur tablette qui rassemble l'ensemble des idées qui ont **fait leurs preuves en sciences cognitives** de la lecture :

- Enseignement explicite et systématique du code alphabétique, avec des jeux pour renforcer les correspondances graphèmes-phonèmes et leur automatisation
- Des exercices de segmentation pour porter l'attention sur l'importance de la lecture de gauche à droite
- De multiples jeux pour un engagement actif, avec un maximum d'attention et de plaisir, qui s'adaptent au niveau de l'enfant et nous permettent de suivre les progrès de l'élève

.... et qui **Fera Ses Preuves** !

Testé dans l'année scolaire 2016 – 2017 auprès de 1000 élèves en CP.



3) Evaluer pour impulser des pratiques qui favorisent la réussite des élèves

Les sciences cognitives et les facteurs généraux qui affectent l'apprentissage

Quatre facteurs ont été identifiés par les neurosciences cognitives :

- **Pilier 1 : l'attention.** La concentration et le contrôle exécutif (capacité d'inhiber un comportement indésirable, de résister au conflit ou à la distraction) peuvent être entraînés chez l'élève (Rueda et al., 2005).
- **Pilier 2 : L'engagement actif.** Un organisme passif n'apprend pas. L'apprentissage est optimal lorsque l'élève alterne apprentissage et tests répétés de ses connaissances. Les jeux vidéos sont idéaux pour éviter toute passivité et tester en permanence les connaissances des enfants.
- **Pilier 3 : Le retour d'information.** L'apprentissage se déclenche lorsqu'un **signal d'erreur** montre que la prédiction que fait le cerveau de l'élève n'est pas parfaite. Le signal d'erreur peut venir d'une correction explicite, par l'enseignant par exemple, ou par le 'feed-back' immédiat.
- **Pilier 4 : La consolidation : Le sommeil.** On facilite l'automatisation en répétant les apprentissages, jour après jour, entrecoupés de période de consolidation par le sommeil, et en incitant les enfants à répondre de plus en plus vite.

Premier pilier de l'apprentissage: l'attention

L'attention module massivement l'activité cérébrale.

L'attention agit comme un goulot d'étranglement central. Elle peut faciliter l'apprentissage, mais aussi l'orienter dans la mauvaise direction.

Lorsque nous sommes engagés dans une tâche donnée, les stimuli non-pertinents peuvent devenir littéralement invisibles. Même s'ils sont visibles, leur traitement est massivement différé.

On appelle "attention" l'ensemble des mécanismes qui nous permettent de **sélectionner** une information et ses étapes de traitement.

Premier pilier de l'apprentissage : l'attention

DRIVEN TO DISTRACTION: Dual-Task Studies of Simulated Driving and Conversing on a Cellular Telephone (Strayer, D. & Johnston, W., 2001)

Premier pilier de l'apprentissage: l'attention

**DRIVEN TO DISTRACTION: Dual-Task Studies of Simulated Driving and
Conversing on a Cellular Telephone (Strayer, D. & Johnston, W., 2001)**

L'attention – en pratique

Peut-être le plus grand talent d'un enseignant consiste à **canaliser et captiver**, à chaque instant, **l'attention de l'enfant**, afin de l'orienter vers le niveau approprié

Apprendre aux jeunes à ne pas créer de "double tâche"

- Gérer le temps qu'ils passent sur social media.
Nombreuses utiles existent aujourd'hui pour bloquer social media.
<http://www.makeuseof.com/tag/focus-4-best-tools-temporarily-block-facebook-co/>

Deuxième pilier de l'apprentissage : l'engagement actif

- Un organisme passif n'apprend pas ;
- l'apprentissage est optimal lorsque l'élève alterne apprentissage et tests répétés de ses connaissances.

l'engagement actif – Un étudiant actif apprend mieux

Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics
(Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., &
Wenderoth, M. P., 2014)

Meta-analyse de 225 études comparant le cours magistral traditionnel
(*traditional lecturing*) aux pédagogies actives (*active learning*).

Amélioration d'un demi-écart type, aussi bien dans les scores aux examens
ou aux tests que dans le taux d'échec.

Warning !

Laisser l'enfant tout découvrir? L'un des nombreux mythes éducatifs

- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *The American Psychologist*, 59(1), 14–19.
- Paul A. Kirschner & Jeroen J.G. van Merriënboer (2013) Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, *Educational Psychologist*, 48:3, 169-183
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning Styles Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105–119.

L'idée que l'enfant doit être un acteur de son apprentissage ne doit pas être confondue avec celle de "pédagogie de la découverte".

Mayer (2004) recense une série d'études, étagées sur plusieurs décennies, qui démontrent que, laissés à eux-mêmes, les enfants éprouvent de grandes difficultés à découvrir les règles qui gouvernent un domaine et apprennent beaucoup moins bien.

La pure pédagogie de la découverte (l'enfant "auto-éducateur") fait partie des mythes éducatifs dénoncés par Kirschner et van Merriënboer (2013). Autres mythes:

- "Les enfants de la nouvelle génération sont des champions du monde digital (*digital natives, homo Zappiens*)" : **Faux! Leur connaissance de la technologie est souvent superficielle, seuls les plus éduqués savent critiquer les sources d'information sur internet, et ils ne sont en aucun cas meilleurs dans les tâches multiples.**

l'engagement actif

The Critical Importance of Retrieval for Learning

Karpicke, J., & Roediger, H., (2008)

Mashua = Boat

Apprentissage : 40 mots en Swahili

Période d'apprentissage

Période de révision

4 groupes :

Study et Test

Study et noTest

noStudy & Test

noStudy & noTest

l'engagement actif

The Critical Importance of Retrieval for
Learning

Karpicke, J., & Roediger, H., (2008)

l'engagement actif – en pratique

- Éviter d'asséner un cours magistral ;
- l'apprentissage est optimal lorsque l'enfant alterne apprentissage et **test répété de ses connaissances**. Prévoir de nombreux tests ... les quizzes !

Troisième pilier de l'apprentissage : le retour d'information

De nombreux modèles de l'apprentissage, notamment bayésiens, suggèrent que:

- le cerveau génère en permanence des prédictions sur le monde extérieur
- la comparaison avec la réalité génère un signal d'erreur (surprise)
- le modèle interne est ajusté afin de minimiser ce terme d'erreur
- ainsi, la prochaine fois, la prédiction sera mieux ajustée à la réalité
- l'apprentissage cesse lorsque l'erreur est nulle.

Le mis-match réponse, le cerveau réagit plus forte à quelque chose qui n'est pas conforme au prédiction.

le retour d'information – en pratique

- L'élève doit **rester maximalement attentif, actif ...prédictif** ;
- ne pas confondre l'erreur (signal informatif) et la sanction ou la punition. Les punitions ne font qu'augmenter la peur, le stress, et le sentiment d'impuissance. Les quizes avant les tests !
- **l'erreur est parfaitement normale** – elle est indispensable à l'apprentissage. Mieux vaut un enfant actif, qui apprend de ses erreurs, qu'un enfant passif et qui n'apprend rien.

Quatrième pilier de l'apprentissage : la consolidation et l'importance du sommeil

- Le sommeil est fondamental pour ces processus de développement et d'apprentissage ;
- son impact est majeur en milieu scolaire
 - Apprentissage perceptif (Karni, A., Tanne, D., Rubenstein, B. S., Askenasy, J., & Sagi, D. (1994). Dependence on REM sleep of overnight improvement of a perceptual skill. *Science*, 265(5172), 679–682 ;
 - décroissance régulière de la mémoire en fonction du temps (théorie d'Ebbinghaus), mais seulement dans le groupe resté éveillé. Jenkins & Dallenbach (1924) *Am. J. of Psychol.* 35:605-612

la consolidation et l'importance du sommeil

A l'adolescence, les rythmes de sommeil se modifient :

- retard de phase
 - L'adolescent se couche plus tard, pour un besoin de sommeil encore conséquent (8,5 à 9,5h entre 23h-8h, National Sleep Foundation) ;
 - décalage de 2 h par rapport à la pré-adolescence, Frey et al., Plos One 2009) ;
- le lever reste précoce en semaine ;
- diminution du temps de sommeil (Carskadon et al., Sleep 1998; Léger et al., PLoSOne 2012) ;
- social Jet Lag - Dette chronique de sommeil (jusqu'à 87% des lycéens, National Sleep Foundation 2006) ;
- récupération le week-end insuffisante, qui peut aggraver le décalage de phase (Carskadon, Arch Ital Biol, 2001)

Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep,
circadian timing, and next-morning alertness
(Chang et al., 2014)

Le coucher tardif est aggravé par les changements de
mode de vie, le travail le soir et l'utilisation des outils
numériques (tablettes, écrans, *etc.*)

la consolidation et l'importance du sommeil – en pratique

Un moyen efficace (et peu coûteux) pour
lutter contre la dette de sommeil chez
les adolescents :

- retarder l'heure de début des cours !

(Ribeiro and Stickgold, Trends Neurosc. Educ., in press; Au et al., Pediatrics, août 2014) ;

- éviter les écran quelques heures avant de
d'aller au lit.

Cinquième pillier de l'apprentissage

:

La vie sociale

Stanford FabLab@school, Paulo Blikstein

Makers movement ...



Transformative Learning Technologies Lab
Stanford University

ttl.stanford.edu

Stanford FabLab, Paulo Blikstein

Unraveling Students' Interaction Around a Tangible Interface Using
Multimodal Learning Analytics (Schneider, B., Blikstein, P., 2015)

Stanford FabLab, Paulo Blikstein

Unraveling Students' Interaction Around a Tangible Interface Using Multimodal Learning Analytics (Schneider, B., Blikstein, P., 2015)

Stanford FabLab, Paulo Blikstein

Unraveling Students' Interaction Around a Tangible Interface Using Multimodal Learning Analytics (Schneider, B., Blikstein, P., 2015)

4 groupes dans l'étude : driver,passenger x highGPA, lowGPA

driver(high GPA) & passenger(high GPA) +-
driver(high GPA) & passenger (low GPA) + -
driver (low GPA) & passenger (low GPA) - -
driver (low GPA) & passenger (high GPW) - +

Stanford FabLab, Paulo Blikstein

Unraveling Students' Interaction Around a Tangible Interface Using
Multimodal Learning Analytics (Schneider, B., Blikstein, P., 2015)

driver(high GPA) &
passenger(high GPA) +

driver (low GPA) &
passenger (high GPW)

driver(high GPA) &
passanger (low GPA

driver (low GPA) &
passenger (low GPA)

Dialogic Argumentation as a Vehicle for Developing Young Adolescents' Thinking (Kuhn, D. & Crowell, A., 2011)

- Participants students in juniorhigh (11 – 12 ans) ;
- low ses ;
- 3 year study (all of junior high) ;

Pre/Post Test essay question :

- le salaire des enseignants ;
- l'euthanasie ;
- home schooling.

Dialogic Argumentation as a Vehicle for Developing Young Adolescents' Thinking (Kuhn, D. & Crowell, A., 2011)

Intervention :

During the pregame phase, participants met in same-side groups of 7 to 8, each with an adult coach who acted only to facilitate group process.

- Session (“Our Reasons”) was devoted to generating reasons why the position the group favored was the better one and assembling a set of “reason cards” that represented their supporting reasons. The second session (“Evaluating Reasons”) focused on evaluation and ranking of reason cards with respect to their strength as support for the position ;
- Session (“Others’ Reasons”) focused on anticipating what the other side’s reasons might be, considering how those reasons might be countered, anticipating how the other team would counter one’s own side’s reasons, and conceiving of ways to rebut these counters (“comebacks”) ;
- each participant was paired with a specific same-side peer throughout the game phase. Together, the pair argued against a sequence of six opposing-side pairs, one each session. Dialogues took place electronically via Google Chat ;
- return to group : Showdown debate game ;
- control Group :
students engaged in teacher-led, whole-class discussion of the issues, along with some additional activities such as dramatizations, and were assigned essays at least once every 2 weeks. Hence, they obtained more practice in writing expository essays on such topics than did the experimental group (14 per year vs. 4).

Dialogic Argumentation as a Vehicle for Developing Young Adolescents' Thinking (Kuhn, D. & Crowell, A., 2011)

4) Gérer et accompagner les personnels dans l'évolution de leurs parcours professionnels

Quatre facteurs ont été identifiés par les neurosciences cognitives :

- **pilier 1 : l'attention.** La concentration et le contrôle exécutif (capacité d'inhiber un comportement indésirable, de résister au conflit ou à la distraction) peuvent être entraînés chez l'élève (Rueda et al., 2005) ;
- **pilier 2 : l'engagement actif.** Un organisme passif n'apprend pas. L'apprentissage est optimal lorsque l'élève alterne apprentissage et tests répétés de ses connaissances. Les jeux vidéos sont idéaux pour éviter toute passivité et tester en permanence les connaissances des enfants ;
- **pilier 3 : le retour d'information.** L'apprentissage se déclenche lorsqu'un **signal d'erreur** montre que la prédiction que fait le cerveau de l'élève n'est pas parfaite. Le signal d'erreur peut venir d'une correction explicite, par l'enseignant par exemple, ou par le 'feed-back' immédiat ;
- **pilier 4 : la consolidation .** On facilite l'automatisation en répétant les apprentissages, jour après jour, entrecoupés de période de consolidation par le sommeil, et en incitant les enfants à répondre de plus en plus vite.

Merci pour votre attention !

Cassandra Potier Watkins
Cognitive Neuroimaging Unit - NeuroSpin,
<http://www.unicog.org/>
cassandra.POTIER-WATKINS@cea.fr

www.moncerveaualecole.fr