



Apprendre
et former
avec SCIENCES
les COGNITIVES

FICHE « AGIR EN EXPÉRIMENTANT »

THÉMATIQUE	TITRE	AUTEUR
La mémorisation	Expérience « Schéma conceptuel et questionnements »	Sandrine NATALIZI <i>CE2, Ecole de la Moulinelle (REP), 30300 Beaucaire, Académie de Montpellier</i>

Avec la contribution scientifique de **Mario Hervault** (centre de recherche cerveau et cognition, Toulouse).

1. Observation initiatrice de l'action	2
Le problème pédagogique constaté.....	2
Descripteurs de comportements d'élèves - Hypothèses faites sur les obstacles observés.....	2
Problématique à l'origine de l'action :	4
2. Objectifs choisis pour l'action	5
3. Déroulement concret de l'activité	5
Situation et ce qui est visé :	5
Exemple d'élaboration d'un schéma conceptuel en CE2 : les polygones	5
Prolongement de l'activité	7
4. Ce que j'ai obtenu à la fin :	9
5. Effets observés (élèves – enseignants – autres)	9
6. Evolution constatée :	10
ANNEXE 1 : effets observés	11
ANNEXE 2 : Lien entre compréhension et mémorisation : quel est le processus activé ?	12
ANNEXE 3 : Qu'en est-il au niveau neuronal ?	13
ANNEXE 4 : Vidéo de la séance sur les polygones et sa transcription (Langages verbal et corporel)	14

1. Observation initiatrice de l'action

Le problème pédagogique constaté.

Les notions essentielles ne sont pas mémorisées par les élèves. Chaque année, certains semblent n'avoir jamais étudié des notions pourtant abordées en classe.« Le problème, réside dans la récupération en mémoire : les élèves semblent ignorer des notions qui ont précédemment été acquises. » (Mario Hervault¹)

Descripteurs de comportements d'élèves - Hypothèses faites sur les obstacles observés.

Qu'observe-t-on ?

➤ Des difficultés dans la restitution de la notion :

Certains élèves reformulent mal les notions étudiées, ils ont du mal à les définir.

D'autres, au contraire, y parviennent mais ont des difficultés à se représenter la notion quand ils récitent la définition.

Par contre, des élèves, même s'ils ont du mal à restituer les définitions, les formulent avec leurs propres mots, ce qui est une preuve de leur compréhension.

➤ Les difficultés dans la compréhension de la notion :

Certains élèves récitent les notions mais ne les utilisent pas ou les utilisent mal quand ils sont dans une activité demandant d'y faire appel.

D'autres ne font pas le lien entre l'activité proposée et la notion à utiliser : ils ne l'ont pas oubliée mais ne la lient pas à ce qu'ils font...

Hypothèses faites sur les obstacles observés :

Les obstacles constatés m'ont amenée à faire l'hypothèse qu'il ne s'agissait pas seulement d'une question de mémorisation, mais aussi d'une question de représentation (d'image mentale de la notion) et d'inférences (de mise en lien entre connaissance et action) donc d'une question de compréhension.

En effet la compréhension implique des liens entre ce que l'élève sait et les nouvelles informations observées, des associations « *qui permettent de construire des méta-représentations à partir du système étudié (texte, problème, graphique ou autre) ... il existe donc un lien entre compréhension et mémorisation* » (Les neurosciences cognitives dans la classe, p.140-141)² :

- Au niveau de la mise en lien avec l'activité (problèmes d'inférences entre connaissance et action) : Les notions sont correctement appréhendées mais la formulation ne l'est pas et inversement. Il y a un décalage entre les dimensions procédurale (utiliser la notion) et déclarative (dire la notion).

- Au niveau de la compréhension : Une compréhension superficielle ou partielle des notions qui ne permet pas une mémorisation efficace ; les élèves se remémorent soit la composante « connaissance » soit la composante « action » de la notion car celle-ci n'a pas été **comprise**.

¹ Mario Hervault, Brain & Cognition Research Center - CNRS UMR 5549, centre de recherche cerveau et cognition, Toulouse.

² Berthier J-L, Borst G, Desnos M. et alii. (2018). *Les neurosciences cognitives dans la classe*. ESF

L'Incompréhension se présente alors sous deux formes potentielles :

- a/ Soit l'élève a une représentation partielle de la notion (seule la composante « connaissance » ou « action » est stockée en mémoire)
- b/ Soit sa représentation comprend « connaissance » et « action » mais il ne met pas en relation les deux.

La compréhension d'une notion caractérise cette mise en relation entre connaissance et action : compréhension, com-prendre (cum-prehendere) = prendre ensemble, prendre avec, prendre pour soi, ce qui suppose une intériorisation du lien entre connaissance et action. « Si l'inférence entre connaissance et action est effective, la mémorisation est meilleure. On est capable d'associer la récupération en mémoire de la définition de la notion et son utilisation (Mario Hervault).

- Au niveau de la mémorisation de la trace écrite : présentée sous forme de texte linéaire, la trace suscite une charge cognitive et encombre la mémoire de travail, sans permettre une représentation mentale et donc une bonne compréhension.

Stordeur, dans son livre « *Comprendre, apprendre, mémoriser. Les neurosciences au service de la pédagogie* », aborde ce lien entre compréhension et mémorisation, et nous éclaire sur le rôle que joue le cerveau sur ces phénomènes.³

- A ces hypothèses s'ajoutent celles liées à la motivation et à l'implication active de l'élève dans la tâche : en effet une posture passive, sans implication active du sujet, ne peut générer une bonne compréhension/mémorisation.

Observations et hypothèses m'ont amenée à faire le choix de travailler **sur la compréhension pour mieux mémoriser**, d'où le choix du schéma conceptuel.

Problématique à l'origine de l'action :

Comment aider les élèves à mémoriser les essentiels ?

D'un schéma conceptuel aux questionnements par les élèves eux-mêmes.

³ Stordeur J. (2014). *Comprendre, apprendre, mémoriser. Les neurosciences au service de la pédagogie*. De Boeck.

2. Objectifs choisis pour l'action

- Favoriser une meilleure compréhension des notions POUR mémoriser les essentiels, les notions clés.
- Motiver/impliquer les élèves dans le processus de compréhension/mémorisation (mémorisation passive).

3. Déroulement concret de l'activité

Situation et ce qui est visé :

Suite à des collectes réalisées en maîtrise de la langue, ou bien à des manipulations mathématiques, nous élaborons collectivement, au tableau, un schéma conceptuel portant sur une notion étudiée.

Exemple d'élaboration d'un schéma conceptuel en CE2 : les polygones

Matériel : des étiquettes « figures » aimantées sur le tableau.

Dispositif pédagogique : collectif, oral

Cette séance se déroule en début de CE2. Elle est un moyen de vérifier si la notion de « polygone » étudiée au cours de la séance précédente est acquise, mais aussi un moyen de synthétiser tout ce qui a été vu au CE1, et le point de départ du travail de géométrie devant être conduit au cours du CE2.

Pour cette séance, j'ai fait le choix de partir d'un tri de figures, la situation de départ étant de faire enlever les figures qui ne sont pas des polygones. L'objectif est de vérifier si la définition du mot « polygone » est acquise, par l'élève opérant le tri d'une part, mais aussi par ceux qui valident ou non la manipulation réalisée par celui-ci.

J'ai demandé ensuite aux élèves comment organiser les figures restantes. De par mon questionnement, l'observation des élèves et leurs connaissances, les élèves ont pu venir au tableau regrouper certaines figures géométriques selon les propriétés qu'ils ont, eux-mêmes, définies.

L'observation du nombre de côtés a permis d'apporter d'éventuels déplacements de groupes dans l'espace-tableau de façon à faire émerger les termes « quadrilatère » et « triangles ».

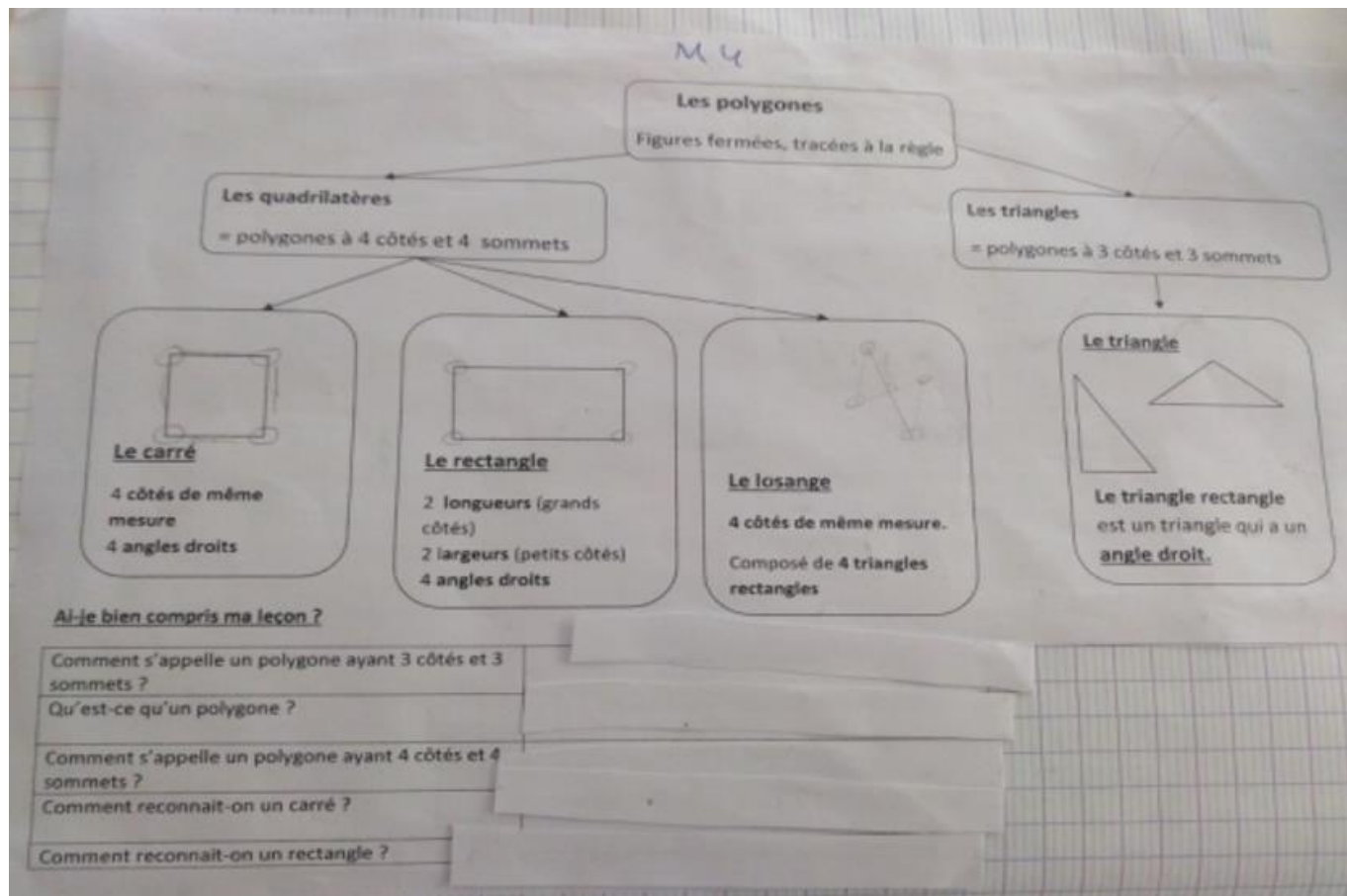
Une fois l'organisation « spatiale » satisfaisante, l'enseignant propose une synthèse : le mot « polygone » et sa définition « figure fermée, tracée à la règle » sont notés en haut du tableau. La construction du mot « polygone » est explicitée (de poly et gone, plusieurs angles) de façon à ce que l'élève se fasse une image mentale la plus complète possible de la notion étudiée, ce qui en favorisera la compréhension.

Cela constitue le point de départ du schéma conceptuel. Les mots-clés, correspondant à chaque ensemble, sont ajoutés par l'enseignant qui rappelle le sens de lecture du schéma, mettant en évidence le lien logique entre les différents termes utilisés.

Autre dispositif envisageable : travail de groupe puis collectif

Chaque groupe se voit attribuer les mêmes étiquettes-figures. Après le retrait des figures « non polygones », les élèves classeront puis colleront sur une feuille A3 ayant pour titre « les polygones », les figures restantes. Chaque groupe présentera sa production. La comparaison de celles-ci conduira à la production collective d'un schéma conceptuel.

Le lendemain, je distribue aux élèves le schéma conceptuel réalisé collectivement la veille.



Au bas de la page figure la partie « Ai-je bien compris la leçon ? ». Il s'agit de questions avec caches, permettant à l'enfant de se questionner lorsqu'il est seul.

Les élèves doivent donc effectuer quelques pliages nécessaires pour cacher les réponses aux questions ou à l'exercice proposé, avant de coller le schéma dans leur cahier-outil.

Ai-je bien compris ma leçon ?	
Comment s'appelle un polygone ayant 3 côtés et 3 sommets ?	C'est un triangle.
Qu'est-ce qu'un polygone ?	C'est une figure fermée, tracée à la règle.
Comment s'appelle un polygone ayant 4 côtés et 4 sommets ?	C'est un quadrilatère.
Comment reconnaît-on un carré ?	Il a 4 côtés de même longueur et 4 angles droits.
Comment reconnaît-on un rectangle ?	Il a 2 longueurs, 2 largeurs, 4 angles droits.

Nous relisons le schéma conceptuel ensemble et soulignons éventuellement des mots-clés.

Ils auront ce schéma, élaboré par eux, à étudier à la maison à **plusieurs reprises**. Des échanges en début d'année et des entraînements en classe pour que tous s'approprient la démarche ont permis de mettre en place une méthodologie de travail : lire le schéma une ou plusieurs fois, le cacher puis répondre aux questions les unes après les autres, et vérifier, en ouvrant le cache, la validité de sa réponse.

La mémorisation gagne alors en performance puisqu'elle est active.

Le processus de compréhension/mémorisation va être renforcé par des **réactivations de l'association mnésique entre l'énoncé de la définition et l'utilisation du concept**.

Steve Masson⁴ dans ses recherches sur la remémoration active ou réactivation des acquis insiste sur trois « principes » garantissant la mémorisation à long terme :

- Un de ses principes réside dans **le lien entre compréhension et mémorisation** : le fait de faire intervenir les élèves dans l'élaboration d'un schéma conceptuel⁵ engendre une meilleure compréhension et mémorisation de la notion par ces derniers.
 - **Voir l'annexe 2 : Lien entre compréhension et mémorisation : quel est le processus activé ?**
- Un autre principe concerne la réactivation pour échapper à la « courbe de l'oubli » (Ebbinghaus)⁶.
 - **Voir l'annexe 3 : Qu'en est-il au niveau neuronal ?**

Prolongement de l'activité

Bien consciente que le questionnement individuel ne suffisait pas, j'ai mis en place 2 activités complémentaires qui permettent de réactiver les mêmes connaissances mais de façon collective : « les questions du jour » et le « jeu du Kisétou ».

A. Les questions du jour :

Sur le principe du cahier de réactivation au collège, je note chaque jour sur un agenda, des questions portant sur les essentiels de la journée.

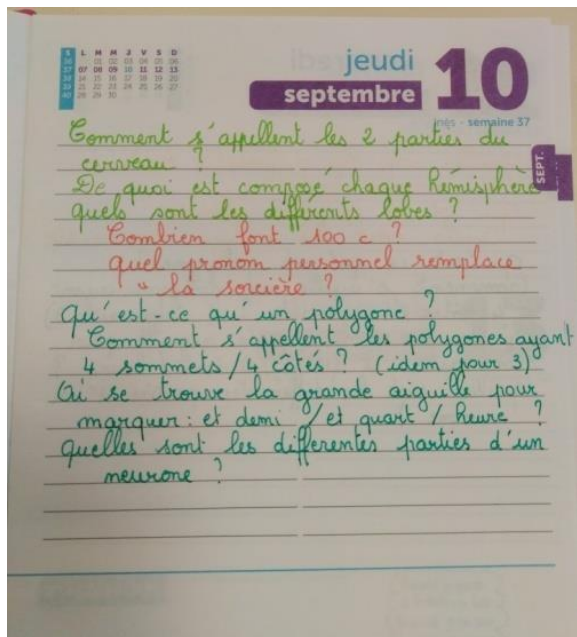
A la fin de celle-ci (3 à 5 min), je pose ces questions oralement au groupe classe. Une question notée sur cet agenda réapparaîtra selon les règles de consolidation mnésique mentionnées sur le site « sciences cognitives.fr » à savoir le jour J, J+1, J+7, J+30 et J+60.

⁴ Steve MASSON, Dr en neuro-éducation, Université de Québec Montréal, UQAM, laboratoire de recherche en neuroéducation LRN. Voir ses vidéos de conférence : www.youtube.com/user/ANeuroeducation.

⁵ Le schéma conceptuel est une étape dans l'apprentissage qui peut amener à faire construire des « cartes mentales ». C'est le psychologue anglais Tony Buzan qui a créé le concept de mindmap (carte mentale ou carte cognitive ou schéma heuristique) dans les années 70. Voir Tony Buzan et Barry Buzan (trad. de l'anglais), *Mindmap' : dessine-moi l'intelligence*, Paris, Éditions d'Organisation, 2003, 325 p. Voir aussi : *Apprendre à mieux mémoriser. Former, entraîner, optimiser*. JL Berthier et F. Guilleray. Nathan. Pages 71 et 72.

⁶Nicolas, Serge, « Hermann Ebbinghaus et l'étude expérimentale de la mémoire humaine », *L'Année psychologique*, Persée - Portail des revues scientifiques en SHS, vol. 92, n° 4, 1992, p. 527–544
<https://sites.google.com/site/hermannebbinghaus18501909/home/biography>

En effet, Steve Masson, s'appuyant sur les recherches d'Hermann Ebbinghaus à travers sa « courbe de l'oubli⁷ » met en évidence qu'«un seul apprentissage conduit à une extinction probable alors que la répétition des apprentissages renforce les connexions neuronales, diminue l'activité du cortex préfrontal pour consolider les apprentissages et réduire l'oubli, permettre ainsi une rétention qui durera dans le temps ».



Il suggère l'espacement entre les séances de travail : 4 séances séparées de 30 mn sont plus efficaces qu'une séance de deux heures.

Enfin le troisième principe de Steve Masson : « éviter la surcharge cognitive car le cerveau se désactive quand il est saturé d'informations » : pas plus de 2 ou 3 concepts à l'heure. Pour orienter l'attention de l'élève, annoncer au début les 2 ou 3 essentiels à retenir et laisser le temps de les évoquer sous diverses formes ; démarche nécessaire pour qu'il se les représente, d'où l'intérêt de la carte mentale qui permet l'évocation sous une autre forme que l'évocation orale ou la règle définitoire

B. « Le Kisétou » :

Il s'agit d'un rituel qui a lieu 2 fois par semaine, en début de matinée. Au cours de l'année, chaque élève de la classe est invité à venir au tableau tirer une dizaine de cartes questions/réponses portant sur les essentiels à mémoriser. Il lit les questions, interroge un ou plusieurs camarades de la classe puis valide en regardant la réponse.

Le Kisétou : Une boîte dans laquelle on trouve des cartes questions/réponses plastifiées. On distingue les cartes roses sur lesquelles figurent des questions portant sur la maîtrise de la langue, les cartes vertes qui portent sur le domaine mathématique et les cartes jaunes qui concernent les domaines du temps, de l'espace, du vivant, de la matière.

Le tirage étant aléatoire, afin d'éviter de reposer souvent les mêmes questions, il est possible de marquer d'une croix les cartes déjà tirées plusieurs fois.

Ce jeu peut être mis à disposition des élèves qui ont donc la possibilité de jouer en petits groupes, en autonomie, soit pendant le temps d'accueil le matin, soit pendant les récréations, ou bien pendant le temps de classe lorsque le travail est terminé.



⁷ Hermann Ebbinghaus, La Mémoire. Recherche en psychologie Expérimentale, Ed.L'Harmattan, 2011

Les possibilités du jeu :

- jouer par équipe avec attribution de points.
- introduire une piste type « jeu de l'oie » où les cases seront coloriées de la couleur des cartes de façon à ce que les élèves après avoir lancé le dé et avancé leur pion, répondent à une question (relevant d'un domaine particulier) posée par un de leurs partenaires de jeu. Toute absence de réponse ou une mauvaise réponse entraîne que l'on passe son tour.

Les règles du jeu pourront être définies par la classe.

L'intérêt de ce jeu est double : d'une part il conduit à une mémorisation efficace car la mémorisation est active à partir de questions avec feedback immédiat ; d'autre part, questionneur au lieu d'être répondeur, l'enfant doit non seulement comprendre la question mais anticiper la réponse : c'est un moyen de mettre l'enfant meneur de jeu, en position de « sachant », ce qui le valorise, développe son estime de lui et sa confiance en lui.

4. Ce que j'ai obtenu à la fin :

Je note un grand intérêt pour cette façon de présenter la notion sous forme de schéma conceptuel qui permet de « mémoriser l'essentiel en proposant des mots clés et non des phrases. » et pour les questions données en fin de leçon. En effet, les questions/réponses permettent à l'élève de mesurer ce qu'il sait vraiment. Lorsqu'il s'agit de phrases à compléter, l'élève sait qu'il doit noter ses réponses sur une feuille de brouillon, de façon à pouvoir s'interroger à plusieurs reprises. En ouvrant le pliage, l'élève accède à la correction immédiate. C'est le principe du **feedback immédiat** : en se posant une question, l'élève fait des prédictions, phénomène cognitif naturel. Le retour d'information va générer soit un sentiment de compréhension si l'attendu correspond à la prédiction, soit un effet de surprise si celui-ci s'écarte de la prédiction. Et si l'élève s'est trompé, il s'est enclenché dans son cerveau une erreur de prédiction que le cerveau lui-même est prêt à corriger. Ces deux options jouent un rôle fondamental dans l'apprentissage.

5. Effets observés (élèves – enseignants – autres)

Pour mieux se représenter l'effet de la démarche un sondage a été réalisé auprès de 22 élèves sur 23 en fin d'expérience : les réponses concernant chacune des activités sont majoritairement positives révélant à la fois la prise de conscience du rôle des outils pour apprendre et comprendre et la motivation, « l'envie », suscitées par ces activités, susceptibles donc de générer l'implication active sans laquelle les apprentissages se font moins bien.

Voir l'annexe 1

ANNEXE 1 : effets observés

Sondage réalisé auprès de 22 élèves sur 23 :

<p>1. <u>Au sujet du schéma conceptuel</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Est-ce que cette présentation de leçon t'aide à mieux comprendre la leçon ? Oui : 19 Non : 3• Est-ce que cette présentation t'aide à mieux mémoriser ? Oui un peu : 2 Oui beaucoup : 20 Non : 0• Construire un schéma avec la maîtresse t'aide-t-il à mieux comprendre ? Oui un peu : 4 Oui beaucoup : 15 Non : 3	<p>2. <u>Au sujet des questions ou de l'exercice avec corrigé :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Est-ce que tu prends la peine de répondre aux questions posées ou de faire l'exercice proposé en fin de leçon ? Oui : 22 Non : 0• Est-ce que les questions (ou exercices accompagnés de leur correction) qui suivent la leçon t'aident à mieux apprendre ? Oui un peu : 10 Oui beaucoup : 12 Non : 0• Est-ce que les questions en fin de leçon te donnent un peu plus envie d'apprendre tes leçons ? 8 Beaucoup plus envie d'apprendre tes leçons ? 14 Pas du tout envie d'apprendre tes leçons ? 0
<p>3. <u>Au sujet du Kisétou :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Aimes-tu le jeu du Kisétou ? Oui un peu : 0 Oui beaucoup : 22 Non : 0• Que t'apporte ce jeu ? « parce que c'est un enfant qui gère le jeu », « parce que ça permet de ne pas oublier », « j'ai oublié et puis je me rappelle », « pour mieux me souvenir », « ça nous aide à travailler », « j'aime les devinettes », « ça nous prépare à l'évaluation », « je sais plus de choses »• As-tu l'impression d'avoir progressé grâce à ce jeu ? Oui : 22 Non : 0	<p>4. <u>Au sujet des questions du jour :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Aimes-tu « les questions du jour » ? Oui un peu : 3 Oui beaucoup : 19 Non : 0• T'aident-elles à mémoriser tes leçons ? Oui un peu : 6 Oui beaucoup : 16 Non : 0

ANNEXE 2 : Lien entre compréhension et mémorisation : quel est le processus activé ?

Les sciences cognitives et les recherches de chercheurs, tels que Roland Goigoux⁸ sur la compréhension, nous apprennent que c'est une activité cognitive très complexe liée étroitement à la mémorisation : on a besoin de comprendre les notions pour se les remémorer et, vice versa, comprendre nécessite de faire des liens. En effet lors de l'opération cognitive de compréhension, on commence, consciemment ou non, par repérer des indices, les trier, les hiérarchiser et les interpréter (tout cela simultanément). On ne perçoit pas tout mais seulement ce que cela évoque pour nous. On construit des images mentales de la chose ou de la notion (au sens large : image, mot, sons, sensations, impressions, odeurs) ; et on met ces indices en lien d'une part entre eux (c'est blanc, c'est froid, ça brille ... c'est de la neige) et d'autre part avec nos connaissances, notre expérience⁹. C'est ce qu'on appelle : construire des inférences. Les **inférences**¹⁰ sont inhérentes à la compréhension. A partir de ces liens, on élabore une sorte de « modèle » de la chose ou de la notion qui nous permet de donner sens à l'objet considéré, voire de le conceptualiser.

Verbaliser à voix haute ou par écrit les éléments de la compréhension permet de les conscientiser : c'est DANS et PAR le langage, les activités de reformulation, rappel, que se construit et se structure l'acte de compréhension. Le texte (texte : tissage) a un rôle intégrateur qui tisse les éléments reçus¹¹. Le passage par le schéma (graphie), relève de ce rôle intégrateur du langage écrit, c'est un vecteur de conceptualisation, même s'il est réalisé de manière collective. La visualisation de la manière de faire entre en jeu. Ainsi l'élaboration par l'élève d'un schéma graphique engendre à la fois compréhension et mémorisation. La compréhension et la mémorisation doivent être coordonnées et régulées pour mener à bien une tâche qui n'est pas automatisée.

⁸Roland Goigoux (recherche « Lire au CP ») ; « Neurosciences, sciences cognitives et apprentissages de la lecture », débat avec Ramus F. et Sprenger Charolles L. (CNRS), <http://education.devenir.free.fr>, 2006.

Berthier, Borst, Desnos et alii : *Les neurosciences cognitives dans la classe*, « Compréhension », p. 140-141

⁹ Joseph Stordeur (2014). *Comprendre, apprendre, mémoriser. Les neurosciences au service de la pédagogie*. Bruxelles, De Boeck

¹⁰Le terme « inférence » désigne un concept stabilisé en recherche sur la compréhension.

¹¹ Jack Goody (1979). *La raison graphique, la domestication de la pensée sauvage*. Editions de Minuit.

ANNEXE 3 : Qu'en est-il au niveau neuronal ?

Steve Masson¹² souligne que l'association entre « connaissance » et « action » suscitée par la carte mentale, se caractérise par la formation de nouvelles connexions synaptiques et que bien qu'elle ne soit pas encore visible comportementalement, l'apprentissage (synaptique) qui la soutient est sans doute déjà initié mais non suffisant. L'apprentissage est donc à envisager comme un processus enrichi des réactivations et non comme un produit.

Les réseaux de neurones doivent se trouver et apprendre à travailler ensemble : plus on les active plus ils se retrouvent rapidement. D'où la nécessité d'activités qui obligent à évoquer les savoirs acquis sous diverses formes. L'élève s'aperçoit que ce qu'il croyait avoir oublié est déjà là puisqu'il le convoque. Il peut avoir l'impression de ne pas savoir quand il est dans une nouvelle situation, mais cette sensation est normale, inévitable, il faut lui en faire prendre conscience : *« Si l'on définit l'apprentissage comme la modification des connexions neurones, il est alors possible d'avoir appris, c'est à dire d'avoir changé ses connexions neurones, tout en demeurant incapable d'accomplir la tâche visée(...) Au début de l'apprentissage, les neurones s'activent et commencent timidement à modifier leurs connexions. Puisque les connexions ne sont pas assez solides, il n'est pas encore possible d'accomplir la tâche visée, mais cela ne signifie pas qu'aucun changement ne se soit déroulé dans le cerveau. Les changements cérébraux ne sont peut-être pas suffisants pour observer une amélioration des performances, mais cela ne signifie pas que ces changements n'existent pas. **Cet aspect est particulièrement important pour garder la motivation (...)** : ce n'est pas parce qu'on est incapable d'accomplir une tâche après un entraînement que celui-ci n'a servi à rien : il peut avoir contribué au renforcement de connexions cérébrales, sans que cela soit assez pour que ce soit observable »*¹³. Ce sont les réactivations sous diverses formes qui permettent de surmonter l'obstacle.

¹² Steve MASSON, Dr en neuro-éducation, Université de Québec Montréal, UQAM, laboratoire de recherche en neuroéducation LRN. Voir ses vidéos de conférence : www.youtube.com/user/ANeuroeducation.

¹³ S.Masson. *Activer ses neurones. Pour mieux apprendre et enseigner*. Editions O.Jacob page 50

ANNEXE 4 : Vidéo de la séance sur les polygones et sa transcription (Langages verbal et corporel)

A VENIR