

NEUROSCIENCES ET APPRENTISSAGE : De la recherche fondamentale à la salle de classe.

Mr Aubouer, IPR économie-gestion : esteve.aubouer@ac-poitiers.fr,
Mme Barthélémy, enseignante économie-gestion : stef.barthelemy@wanadoo.fr

Pourquoi s'intéresser à ce domaine ?

Les lycéens sont dans le déchiffrage de la lecture, il y a une hétérogénéité des publics, peu d'appétence et de connaissances en terme d'apprentissage.

2010 : Connaissance apportées par Éric Gaspard (enseignant de maths) :

→ Théories utilisées par Eric qui seront présentées ci-dessous.

→ Comprendre les difficultés dans la classe et voir quelques solutions.

Neuroéducation : champ de recherches interdisciplinaires pour comprendre comment le cerveau fonctionne en terme d'apprentissage : étude de mécanismes cérébraux pour comprendre les processus d'apprentissage. « voir les gens penser »

Que peut-on attendre de la neuroéducation en tant que professeur ?

→ Les impacts dans nos pratiques :

- ce que nous **savons** faire

- points à faire attention à **améliorer**

- quels sont les **besoins** des élèves, faire le lien entre le développement personnel des élèves et leurs pratiques d'apprentissage ?

→ Bruno Della Chiesa (Conférence du 28 -29 mars 2012, journées de l'innovation) : aller vers une **coopération entre neuroscientifiques et enseignants.**

La pratique de classe a un impact sur le cerveau.

PARTIE 1 : THÉORIES AUTOUR DE LA NEUROÉDUCATION

Le cerveau tout au long de la vie : les 5 âges du cerveau

- Durant la grossesse : formation de neurones et des réseaux.
 - Naissance jusqu'à l'adolescence (12 ans) : mise en place des réseaux. Les élèves sont favorables à tous les apprentissages.
 - 12 ans - 25: élagage : élimination des certaines parties à la faveur d'autres, mais toujours fabrication de neurones et nouvelles connexions.
 - 25 - 65 ans : nouvelles connaissances, toujours une capacité à produire nouveaux neurones qui est favorisée par les apprentissages.
 - Après 65 ans : altération des connexions.
- !!! apprendre, méditer et faire du sport = entretenir les connexions nerveuses.

Théorie des 3 couches cérébrales :

- Les 3 couches :
 - cerveau **reptilien** (survie, métabolisme, et besoins vitaux)
 - cerveau **limbique** (émotion) (voir « [Cerveau](#) » de [C'est pas sorcier](#)) : mémorisation d'événements liés à une émotion forte : pour éviter les « chocs émotionnels ».
 - **Cortex** (langage, lecture, imaginer, créer)
- La communication entre les 3 couches.

Les informations ont des filtres à passer avant d'atteindre le cortex.

→ Effet du stress sur le limbique : il est géré par l'amygdale.

Peur (= danger extérieur menaçant) → sécrétion de cortisone / adrénaline (pour combat/fuite)

En parallèle : action dans le néo-cortex et le cortex préfrontal. En cas de stress : arrêt de l'action de réfléchir (**débranchement** du cortex préfrontal) → apparition de **réaction irrationnelles**.

Loi de renforcement

Effet du compliment et de la réprimande chez les élèves dans un problème d'arithmétique (Hurlock, 1925, Munn, 1956, Lieury, 2010).

- Élèves complimentés sur leur investissement, résultats, attitude si de réels efforts : impact positif SUR DU LONG TERME (ici sur 5 séances) et aucun effet sur une séance.
- Élèves réprimandés : réussite moyenne.
- Élèves ignorés (se débrouillent seuls, mais avec un enseignant qui complimente ou réprimande les autres élèves) : réussite moyenne.
- Expérience témoin (les élèves sont seuls dans une salle) : diminution de la réussite.
- Le fait de trop complimenter a un effet inverse et les élèves arrivent dans le déni.

Problème du test : n'ont pas mesuré l'effet sur une classe entière complimentée.

→ Le circuit de la récompense est mis en jeu, avec relargage de dopamine.

→ livre « [Motivation et réussite scolaire](#) » de [Lieury](#), ([court résumé du livre](#)).

Traitement de l'information extérieure par le cerveau reptilien

- Arrivée d'une information : **est-ce que tous les besoins primaires sont comblés ?**
- Oui → Passage dans le limbique

Non → passage en difficulté de l'information = problème de mémorisation

- Des exemples :

pas assez dormi,

pas de prise de petit déjeuner,

pas bu assez d'eau au cours de la journée...

- Des facteurs :

Classes socio-professionnelles défavorisées, effets de modes (jeux vidéo...).

Traitement de l'info extérieur par le cerveau limbique

- Arrivée d'une information : **est-ce que les besoins émotionnels sont comblés ?**

Oui → Passage dans le cortex

Non → passage en difficulté de l'information = problème de mémorisation

- Ce qui peut stresser le système limbique :

- Les « 1ères fois » ou l'inconnu

- Le désordre : travailler dans un environnement structuré (une façon de prendre le contrôle de son environnement)

- La « tâche énorme » à faire, perçue comme insurmontable.

- une émotion négative : ex : la peur, le jugement...

- Des facteurs :

Lien avec l'estime de soi.

- Des leviers :

- Façon de s'exprimer auprès des élèves : leur montrer que c'est facile, leur réactiver des souvenirs, faire des analogies.

- S'exprimer avec bienveillance et non par la peur !! → Lien avec la [communication non violente de Marshall Rosenberg](#) (des exemples de jeux et d'outils).

La plasticité cérébrale

Le cerveau est informable à tout âge grâce à la modification des connexions neuronales (plasticité).

→ Vidéo de Pierre-Marie LLEDO (institut Pasteur, [conférence au TED-X à Paris](#))

- **Faculté de régénéscence de neurone altérée si :**

- diminution de l'émerveillement face à l'inconnu

- stress urbain

- consommation chronique de psychotropes

- pas d'activité physique

- isolement social

- **Remarques :**

- Cortex : sa taille est 8 fois supérieure à celui du singe, à mettre en lien avec le fonctionnement du cerveau de l'espèce humaine.

- Apprentissage est un facteur de stress et de frustration, mais c'est un plaisir. Mettre les

élèves sous pression et leur générer du stress a un effet négatif.

- **Le cerveau aime apprendre** (ex : conduite accompagnée, projets...), le problème que l'on peut rencontrer est le contexte dans lequel l'élève apprend (à l'impression que tout est nul...).
- Avec un cerveau adulte, il est aussi facile d'apprendre (... à son rythme)
- Il existe des **périodes sensibles** dans les apprentissages.

- **Pour rassurer le limbique :**

- Annoncer le plan
- Annoncer les objectifs
- Annoncer les attentes en terme de compétences à acquérir

À propos des diaporama utilisés en classe : C'est pratique pour montrer des supports ..., mais ce n'est pas pédagogique car on ne sait pas ce qui reste à la fin (pas de vision d'ensemble).

PARTIE 2 : LES COMPETENCES METACOGNITIVES OU COMPETENCES COGNITIVES SUPERIEURES.

Métacognition :

- désigne notre capacité à la réflexion : **activité de l'apprenant quand il est dans la réflexion** et non plus dans l'action
- permet :
 - ✓ à court terme : une **prise de conscience** des procédures, des méthodes, des processus intellectuels... pour résoudre un problème (par rapport à la situation, aux observables et à ses connaissances : comment résoudre le problème ?)
 - ✓ et à long terme : une **amélioration** de l'**acquisition** des connaissances et le **transfert** des acquis.

Les compétences du 21ème siècle

(rapport de l'OCDE : « connaissance du cerveau : naissance de l'apprentissage »).

- **Compétences d'ordre supérieur :**

- produire, traiter et trier des infos complexes
- penser de manière systématique (avoir vision globale) et critique
- prendre des décisions en pensant différents éléments d'informations
- poser des questions significatives
- s'adapter avec souplesse aux informations nouvelles
- être créatif (à partir de questions ouvertes)
- pouvoir diagnostiquer et résoudre les problèmes du monde réel

- **Les jeunes doivent acquérir : (condition nécessaire, mais pas suffisante pour être valorisée)**

- maîtriser en profondeur des concepts complexes
- se forger une culture médiatique
- apprendre à utiliser les technologies de l'information
- développer des compétences sociales et de communication
- devenir des apprenants autonomes

=> des « compétences d'adaptation » suffisantes pour qu'ils puissent transférer compétences et s'adapter.

- **Les différentes compétences métacognitives :**

Éducation	Neurosciences
Savoir observer	perception
Savoir être attentif	Attention et comportement
Savoir utiliser ses mémoires	Mémoires : types et structure (fonctionnement, circuits d'apprentissage)
Savoir comprendre, apprendre, raisonner, créer	Cognition, métacognition
Savoir gérer ses émotions	Émotion et cognition : stress et vigilance

PARTIE 3 : FONCTIONNEMENT DE L'ATTENTION, DE LA MEMOIRE

L'attention

- **Comprendre le fonctionnement de l'attention.**

Pourquoi l'attention se trouble-t-elle facilement ?

L'attention externe suit un circuit à 4 étapes :

- perception/sensation externe inhabituelle → mobilisation des sens → identification (réflexe)
→ action (quelle suite donner ? : reprendre la tâche, se laisser distraire...).

- **Comment maintenir l'attention pendant le cours ?**

→ Document : graphique de l'attention en fonction du temps :

On voit qu'au bout de 15 min, il y a pause dans le cerveau (pour libérer la tension liée à la concentration).

→ possibilité de se reconnecter en apportant quelque chose de nouveau (il suffit de 30 secondes) :

- anecdote,
- humour,
- changement d'activité,
- pause récapitulative collective pour savoir où ils en sont,
- pause récapitulative obligatoire à la fin du cours → permet de structurer dans le cerveau.

!!! Ne pas attendre que tout le monde ait fini de faire une activité pour passer à la suite (car si un élève est statique, on casse son rythme de travail).

→ Préciser le plan, les objectifs, et les attentes afin de donner une « intention de travail ».

- **Attention et multitâches :**

- Il n'y a pas de changement de nos capacités même avec les médias modernes.

- Pour un travail « multitâches », les élèves sont plus facilement distraits, il y a une perte en efficacité (qualité du travail, mémorisation).

Test : calculer en conduisant

- conduire = utilisation de la mémoire procédurale de l'ordre des automatismes et donc inconsciente ;
- faire des opérations = utilisation de la mémoire consciente + procédurale (réflexion + automatisme pour faire des opérations)
- → il y a un risque de surcharge cognitive.

- **Travailler avec la musique ?**

Test ([résultats disponibles sur scienceshumaines.com](http://resultats.disponibles.sur.scienceshumaines.com)) : avec ou sans musique pour décoder la couleur des mots de couleurs (ex : bleu, vert ...) :

- 1/ connaissance des couleurs
- 2/ déchiffrage lecture
- 3/ écoute de la musique
- 4/ écoute des paroles en français de la musique.

→ Il y a donc une augmentation de la charge cognitive en présence de musique, ce qui augmente le nombre d'erreurs.

Mais il y a une différence si c'est de la **musique pour créer ambiance** (pas de tests donnés).
Exemple d'utilisation de la musique en classe.

- **Pour résumer :**

- La concentration est altérée en présence de bruit,
- elle est accentuée en présence de la télévision (son + images !!)
- la musique instrumentale a un impact plus réduit.

- **Perception : interprétation de l'environnement par le cerveau.**

→ Processus biologique mis en jeu dans la communication non-verbale :

Objet → nerf optique → cortex : décryptage objets → position dans l'espace (utilisation des ombres) et **utilisation des expériences passées.**

→ Conséquences :

- **Meilleure maîtrise des sciences par les élèves s'il y a un support concret car ils n'ont pas forcément de référence/d'expérience... d'où l'importance des manipulations pour se faire leur propre expérience.**

!!! Hétérogénéité des niveaux d'élèves car ils n'ont pas la même expérience, certains n'ont pas acquis les apprentissages et vont rester dans l'erreur.

- **Développer l'explicite et diminuer l'implicite.**

→ Le cerveau ne peut être attentif sur 2 choses à la fois, d'où la nécessité de **faire des choix (inconsciemment ou non).**

Remarque : l'empan mnésique (nombre d'éléments (ex : des chiffres) que l'on peut restituer immédiatement après les avoir entendus) est de 7 pour adulte, 9 pour enfants.

- **Mémoire visuelle ... ou pas**

Elle fonctionne $\frac{1}{4}$ de secondes, ce qui est **éphémère.** Elle ne permet pas de photographier un texte/image.

À chaque clignement des yeux, il se produit un reset, ce qui explique la limite de l'utilisation d'un diaporama qui servirait seulement à un défilement d'images.

- **prévoir un temps d'écriture**

- **ne pas mettre trop de texte (car sinon, ils ont juste à écrire sans réfléchir et peuvent penser à autre chose).**

→ Une rédaction des documents à adapter :

- **mettre les documents et les questions sur la même page**

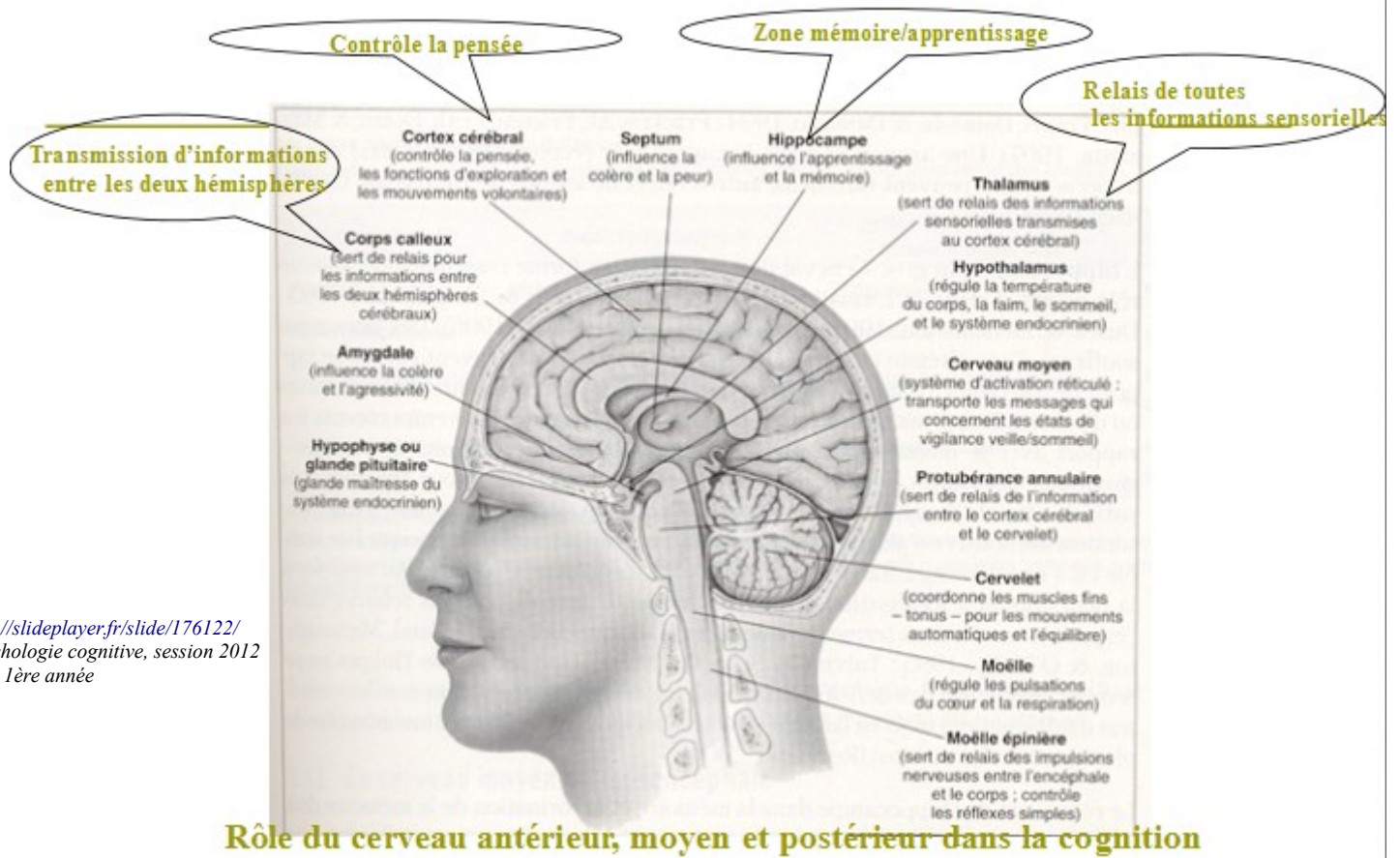
- **éviter les documents recto-verso**

- **pour les fiches de synthèse sur plusieurs feuilles, préférer une grande feuille A3**

- **effacer son tableau : quand ? quelle trace laisser ? plan, mots clé, objectifs. Cela permet de poser certains points aux élèves et d'éviter le « reset » et la surcharge cognitive.**

- **limite du diapo.**

La mémoire



<http://slideplayer.fr/slide/176122/>
 Psychologie cognitive, session 2012
 IFSI 1ère année

- **Types de mémoire**

Sensorielle : > 1 seconde : film = 25 images/secondes : elle concerne les sens (voir, entendre...)

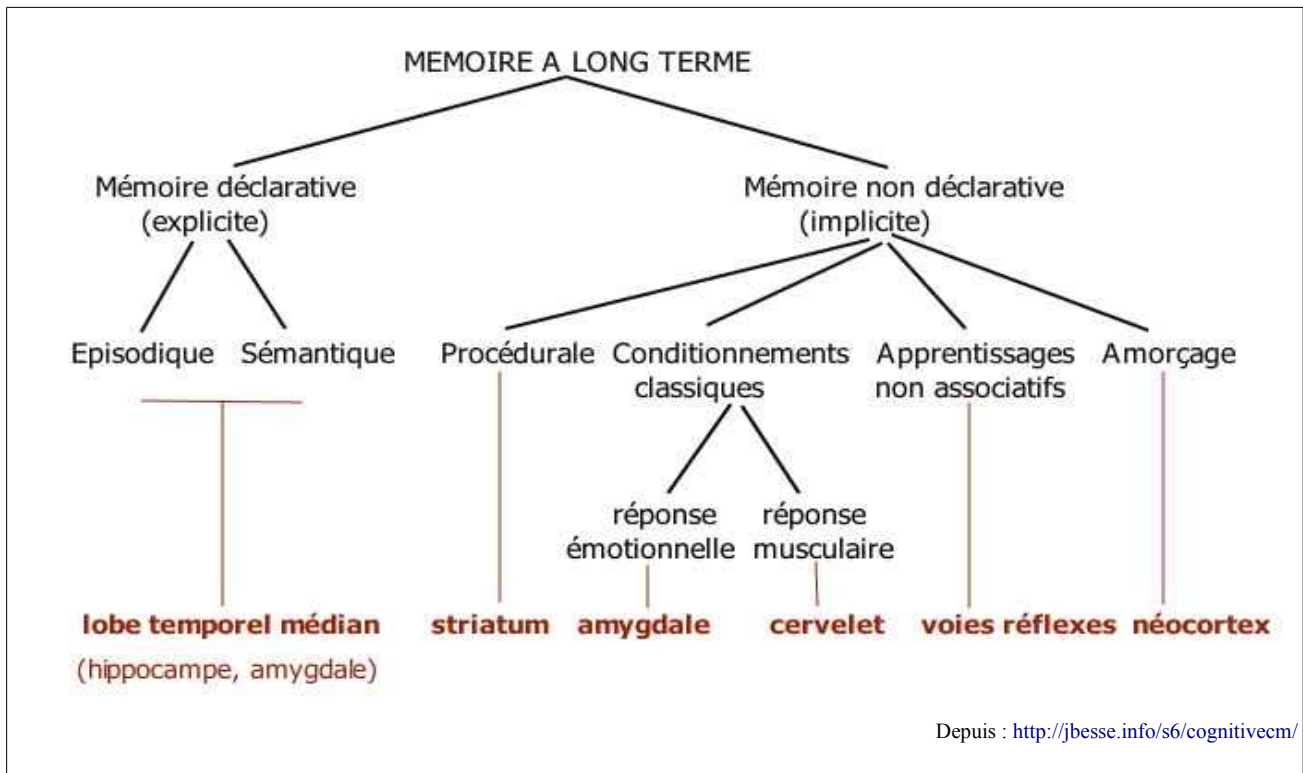
Travail : court terme : calcul, discussion : pour se rappeler des éléments, mais capacité limitée (empan de quelque sec à quelque min)

à long terme : capacité infinie quelque-soit l'âge.

- **Mémoire à long terme**

2 parties :

explicite ou déclarative		implicite ou non déclarative	
on a conscience de se souvenir et description avec mots		automatisme	
épisode ou autobiographique	sémantique	procédurale	émotionnelle
événements vécus, contexte, émotions liées à des événements	théorique et relationnelle : sens des mots, codes ... connaissances sur le monde	automatismes intégrés pour assurer les savoir-faire, techniques (gestes, lire, restitution...)	enregistre les émotions liées aux expériences, mémoire inconsciente : conditionne comportement et pensées (rôle dans des phobies pour certaines disciplines). Dans le cervelet, thalamus, ganglions de la base.



Remarque :

La connaissance sous forme de restitution par cœur ou de récit fait intervenir 2 mémoires différentes.

- **Mémoire procédurale :**

- procédures motrices,
- perceptives : lecture, reconnaître un air, faire des gammes,
- cognitives : règles de calcul, habilité langagière, règles de grammaire ou de jeux, méthode d'apprentissage.

→ 3 caractéristiques :

- apprentissage par répétition,
- leur maîtrise se fait dans l'action (ex : s'entraîner à écrire),
- les traces de ces apprentissages ne s'effacent jamais (savoir comment faire pour retrouver l'info...).

→ Elle développe l'expertise, diminue la charge cognitive, demande un apprentissage.

→ Mémorisation d'une procédure : 3 phases :

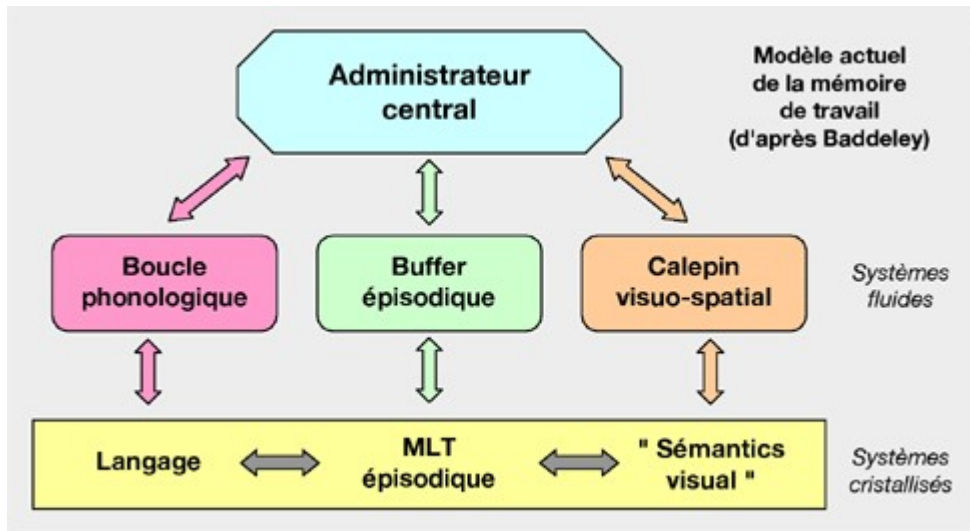
- ✓ découverte : de la tâche → stockage des informations (lobes frontal/temporaux)
- ✓ associative : maîtrise de la procédure (geste, technique, méthode ...), mais pas encore un automatisme
- ✓ procédurale : suite à des répétitions, la procédure est automatisée.

→ Modèle de Baddeley : articulation des mémoires et des défaillances des apprentissages.

Au cours d'une activité, des informations vont être stockées :

- la boucle phonologique stocke les informations verbales entendues ou lues (pendant 2s, il est nécessaire de répéter les informations). Il permet de **comprendre le sens des phrases, de décoder les mots.**

- le calepin visuo-spatial stocke les informations visuo-spatiales et les images mentales pendant quelques secondes. Lire souvent permet de mémoriser les mots.
- ces deux boucles dépendent de l'administrateur central qui coordonne les flux d'informations issues de ces boucles et est capable de stocker et traiter les informations reçues.
- le buffer épisodique récupère des informations des 2 autres boucles et fait le lien avec la mémoire épisodique, il peut aussi faire le lien entre différents types d'informations.



Source : <http://psychologie-cognitive.blogspot.fr/2010/08/baddeley-2000-le-buffer-episodique.html>

→ Dans nos pratiques :

- Faire une liste de mots clés en amont afin que les élèves les lisent, écrivent et mémorisent avant le cours.
- Besoin de lire.
- Diversifier les modes et supports de communication (tableau, doc... en plus de l'oral).
- Technique pour travailler la mémoire procédurale par la répétition de méthodes de travail :
 - utilisation ordinateur pour diminuer la charge cognitive en lien avec l'écriture (si des gens sont là pour former l'élève à manipuler l'ordinateur).
 - faire des fiches de révision → **carte mentale** : la font en autonomie et sont capables d'en faire un récit.

QUELQUES RESSOURCES :

- **Livres : des ouvrages qui semblent intéressants (non lus!!)**

- Brault Foisy, L.-M., Lafortune, S., & Masson, S. (2012). Neurodidactique de la lecture : « comprendre comment le cerveau apprend à lire pour mieux le lui enseigner ». Vivre le primaire, 25(1), 14-16. → [extrait ici](#).
- Brault Foisy, L.-M., & Masson, S. (2009). « La neuroéducation : mieux comprendre le cerveau pour mieux enseigner ». Vivre le primaire (complément direct), 22(4), 1-6. → [infos ici](#)
→ « [Motivation et réussite scolaire](#) », Lieury ([court résumé du livre](#))
- document de rééducation orthophonique: http://www.orthoedition.com/medias/fichiers/2011-01-10-11-26-35_7461883.pdf

- **Sites internet :**

- [Le cerveau à tout âge](#) (base documentaire + pédagogique)
- [projet neuroéducation - ESPE Caen](#). (lien avec le travail de E Gaspar)
- Neuropass éducation - « [Neurosciences et éducation : la bataille des cerveaux](#) » (disponible en PDF) (très complet avec parties intéressantes)

- **Vidéos :**

- Pierre-Marie LLEDO (institut Pasteur, [conf au TED-X à Paris : "la plasticité cérébrale ou la régénérescence du cerveau](#) »
- Bruno Della Chiesa
 - ([Conf 28 -29 mars, journées de l'innovation](#))
 - [Conf du 15/06/2011 - CRDP Marly-le-roy](#)
- « le cerveau et ses automatismes » - arte :
http://www.dailymotion.com/video/xx0qf1_le-cerveau-et-ses-automatismes-le-pouvoir-de-l-inconscient-2de2_lifestyle
http://www.dailymotion.com/video/xx0qfj_le-cerveau-et-ses-automatismes-la-magie-de-l-inconscient-1de2_school
- Stanislas Dehaene - [Les grands principes de l'apprentissage](#)
- [C'est pas sorcier](#) : (« j'ai la mémoire qui flanche », peut-on améliorer sa mémoire ? », « Les troubles dys - dyspraxie » ...)
- [Conférences/vidéos de l'ARN](#)

- **Autres :**

[Exemple d'utilisation de la musique en classe.](#)
[définition de la communication non violente de Marshall Rosenberg](#) et des [exemples de jeux et d'outils](#)