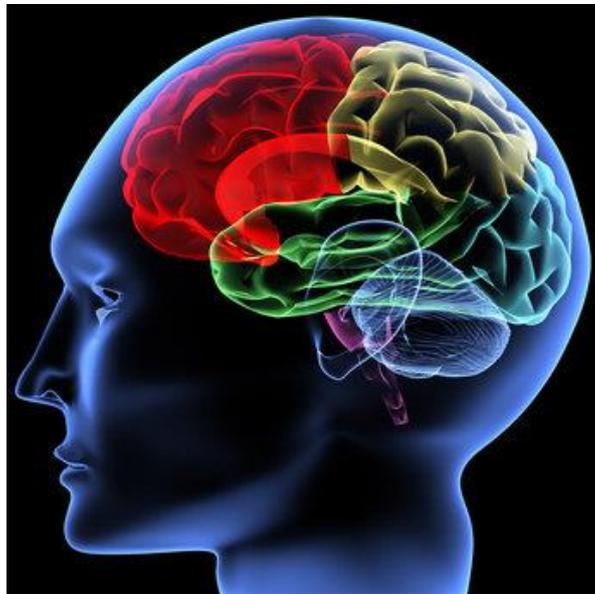


Le CERVEAU de l'APPRENANT :

du fonctionnement normal au pathologique.



Dr Alain POUHET.

Remerciements :

- *Au Gouvernement d'Aragon , qui m'a permis permet d'utiliser, dans les conditions open source, les pictogrammes ARASAAC qui illustrent une grande partie de ce livre.*

Portail Aragonais de la Communication Améliorée et Alternative

<http://www.catedu.es/arasaac/>

- *A Michèle MAZEAU, qui m'a encouragé dans cette aventure !*
- *A mes relecteurs attentifs et bienveillants !*
- *Aux p'tits dys et leurs familles, sans lesquels point de "Cerveau de l'Apprenant !"*

Préface

Dr. Michèle Mazeau

Ce livre, Alain Pouhet l'avait nommé, le temps de sa gestation, « le petit livre » ! Ce qualificatif lui allait on ne peut plus mal : car petit par son volume, certes, il est cependant au contraire grand, très grand par son contenu et son ambition. Court, facile à lire, réellement accessible à *tous*, il met (enfin !) à la portée de chacun des notions absolument fondamentales pour comprendre les liens entre fonctionnement cérébral et apprentissages chez l'enfant.

Mais, direz-vous, à part quelques spécialistes (qui, espérons-nous, connaissent déjà cela très bien), qui a besoin d'appréhender les soubassements cérébraux qui permettent à l'enfant d'accumuler savoirs et savoir-faire ? Hé bien, chacun ! Tous ! Enseignant, médecin, rééducateur, assistant de vie scolaire, parent, chacun devrait être en mesure d'apprécier et de comprendre quels sont les « outils » cognitifs (intellectuels) dont dispose (ou ne dispose pas) l'enfant pour *apprendre* (à lire, écrire, compter, ...).

Or *personne*, à aucun moment de sa vie scolaire ni professionnelle, n'est informé de ces choses : comment nous développons-nous intellectuellement, comment apprenons-nous ? Cela semble mystérieux, «ça le fait » comme disent les enfants. Oui mais ... comment ? On a beaucoup écrit sur les capacités dont devait faire preuve l'enseignant, l'adulte, l'expert pour « transmettre » son savoir ; mais on a peu (pas assez) diffusé les connaissances concernant les capacités que doivent posséder les apprenants eux-mêmes.

On enseigne à tous, à l'école, le fonctionnement du système digestif ou circulatoire, quelques notions de nutrition ou d'hygiène, car on estime qu'il s'agit là de connaissances « de base », utiles à tout un chacun. Mais sur le fonctionnement cérébral, sa dynamique, son développement : rien ! Probablement car on considérait jusque-là qu'il s'agissait de notions trop complexes, inaccessibles au « grand public » ou que leurs manifestations concrètes étaient trop difficiles à faire émerger, les rendant inutilisables pour les non-spécialistes. Ce « petit » livre vient contredire cet *a priori* et combler ce manque.

- D'autant que les pédagogues **doivent**, au quotidien,
 - ✓ susciter les apprentissages et en organiser la progression tout en respectant les rythmes particuliers propres à chaque enfant au sein du groupe-classe : comment faire si l'on ne dispose pas des informations qui permettent *d'appréhender ces différences* ?
 - ✓ repérer les enfants qui présentent des difficultés cognitives, globales ou spécifiques : comment faire si l'on ne dispose pas des informations qui permettent *d'interpréter certaines hétérogénéités* dans les performances de l'enfant ?
 - ✓ individualiser leur enseignement, compenser d'éventuels dys- : comment proposer des adaptations et des aménagements adéquats si l'on ne dispose pas des informations qui permettent de *comprendre les mécanismes déficitaires ou défaillants* à l'origine du trouble ?
 - ✓ Diriger et conseiller éventuellement un auxiliaire de vie scolaire : comment expliquer *l'intérêt des aides humaines et/ou techniques, leur rôle compensateur et leurs limites* si l'on ne dispose pas des informations qui permettent d'accéder à la signification des troubles ?

- D'autant que médecins et rééducateurs **doivent**, au quotidien,
 - ✓ reconnaître les signes d'appel de tout trouble cognitif, spécifique ou non : comment faire si l'on ne possède pas des informations qui permettent *d'apprécier les limites de la normalité* ?
 - ✓ proposer et interpréter les examens pertinents pour aboutir à un diagnostic : comment faire si l'on ne dispose pas des informations qui *guident les explorations*, méthodiquement et efficacement ?
 - ✓ concevoir des stratégies thérapeutiques et des aides qui compensent (au moins partiellement) le handicap : comment faire si l'on ne dispose pas des informations qui *orientent vers les remédiations efficaces* et les contournements qui autoriseront scolarité et épanouissement, tant personnel que social ?

- D'autant que les parents **doivent**, au quotidien :
 - ✓ faire faire les devoirs,
 - ✓ répondre aux questions du jeune et de l'entourage concernant ses résultats scolaires ou ses troubles,
 - ✓ l'aider à dépasser ses difficultés, à accepter diagnostic et aides quelquefois stigmatisantes, à construire de lui une image positive, à faire des projets d'avenir satisfaisants et épanouissants.

Comment faire si l'on ne dispose pas des informations qui permettront de *s'appuyer sur des compétences intactes* et d'encourager les « contournements » scolaires indispensables ?

Souvent, conscients des insuffisances criantes de leur formation initiale, ils (enseignants, éducateurs, rééducateurs, médecins, assistants de vie scolaire et même parents) ont entrepris des formations en cours d'emploi, assisté à des formations, lu des livres et des manuels : mais toutes ces sources d'information, indispensables, ciblent la pathologie, les symptômes et/ou les thérapeutiques et s'appuient de façon tacite sur un savoir de base *présupposé* acquis par le lecteur ou le stagiaire ... D'où de nombreux quiproquos et incompréhensions. Ce livre comble cette lacune : il permet enfin de donner du sens, pour tout un chacun, à toutes les explications qui, implicitement, s'appuient sur ces savoirs méconnus ou négligés.

Il s'agit donc là d'un ouvrage « simple », court, mais fondamental au sens propre du terme : celui qui sert de *fondations* à tous les autres concernant les apprentissages, les dys-, la pédagogie, aussi bien dans le domaine du développement normal que pathologique de l'enfant.

Contenu

Préface	3
Introduction.....	7
Chapitre 1. GENERALITES.....	11
Chapitre 2. INTELLIGENCE "GÉNÉRALE" (le facteur G)	15
Chapitre 3. LES TRAITEMENTS SENSORIGNOSIQUES ET PRACTOMOTEURS.	17
3.1. LA VISION.....	17
3.2. LE TRAITEMENT CÉRÉBRAL DES STIMULI VISUELS	19
3.2.1. GNOSIES (reconnaisances)	19
3.2.2. Autres FONCTIONS NEUROVISUELLES	24
Chapitre 4. LES FONCTIONS D'ORGANISATION ET DE GESTION	31
4.1. L'ATTENTION.....	33
4.2. LES FONCTIONS EXÉCUTIVES	37
4.3. MÉMOIRE DE TRAVAIL.....	39
Chapitre 5. LES MEMOIRES (stockages)	43
Chapitre 6. LA COGNITION SOCIALE.	45
CHAPITRE 7. EXEMPLES	47
Chapitre 8 : LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU	57
Conclusion : CERVEAU HUMAIN et APPRENTISSAGES.	59

Introduction

Cet opuscle didactique et pragmatique tente d'exposer les outils indispensables à l'enfant pour pouvoir apprendre, en particulier à l'école.

Le lecteur devra s'imposer un effort considérable : oublier tout ce qui constitue son statut de "grand" pour tenter de se mettre au niveau de nos "petits". Dans la vie quotidienne, les adultes exécutent chaque jour beaucoup de routines. Nous sommes la plupart du temps et à notre insu en "pilotage automatique". Notre cerveau effectue des milliers d'opérations mentales sans que nous ayons besoin d'y prêter attention une seule seconde. Ces automatismes pour le quotidien nous permettent d'utiliser nos capacités intellectuelles de façon optimale pour penser, réfléchir... Nous reprenons le contrôle de nos actions uniquement si un danger, une activité nouvelle, une tâche particulièrement inhabituelle ou ardue nous l'imposent.

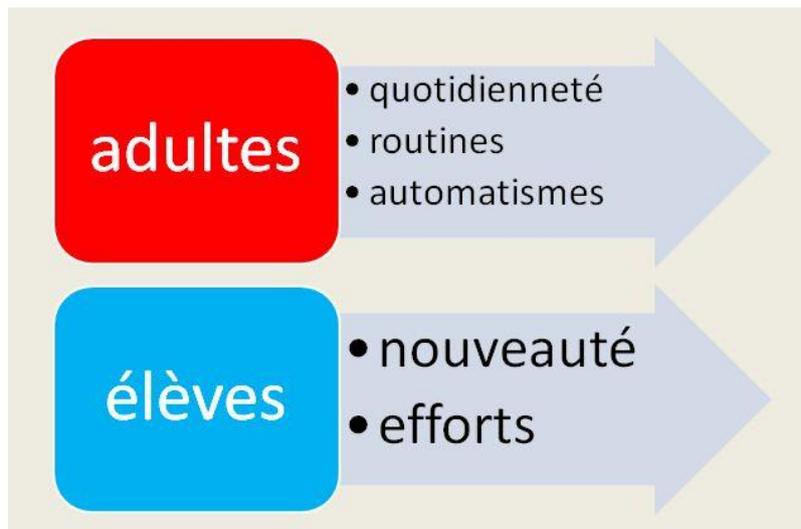
Il en va tout autrement pour les élèves dans les classes. Les enfants ne sont pas des adultes en miniature. Ils sont confrontés à la nouveauté lors d'apprentissages successifs. Le cerveau de l'enfant est sollicité en termes quantitatifs et qualitatifs d'une manière insoupçonnée au cours d'une journée d'école. Cet effort intellectuel est dans une large mesure volontaire sous contrôle conscient.

Nous verrons que la réussite dans les apprentissages est sous la dépendance d'outils scolaires à créer de toutes pièces (le cerveau du bébé ne les possède pas) et que leur automatisation est indispensable pour permettre de mener à bien les activités intellectuelles conceptuelles demandées en classe. Par exemple, l'élève doit parvenir à décoder images et énoncés, transcrire par écrit sa pensée, poser les opérations, connaître ses tables... sans effort particulier. Grâce à ces automatismes, laborieusement acquis au fil de la scolarité, l'élève pourra satisfaire à des tâches intellectuelles de complexité croissante.

L'objet de ce livre est d'exposer l'ensemble des fonctions mentales -que l'on appelle aussi *cognitives*- nécessaires aux apprentissages. Ce sont ces outils intellectuels pour pouvoir apprendre en classe qui permettent l'automatisation d'outils scolaires : la lecture, la trace graphique dont l'écriture manuelle fait partie, la maîtrise de l'orthographe ou encore des habiletés numériques... Ces fonctions cérébrales travaillent obligatoirement de façon coordonnée et c'est l'ensemble des interactions hiérarchisées entre ces différents outils cognitifs qui permet les apprentissages, scolaires ou autres, chez l'enfant.

Cette présentation étant volontairement simplifiée, le spécialiste n'y trouvera peut-être pas son compte. En revanche, le parent, l'enseignant, le rééducateur, confrontés à un enfant en panne d'apprendre, grâce à la connaissance des exigences du fonctionnement intellectuel normal pourra se questionner utilement. Tenter de comprendre au lieu de juger. Pour tout enfant en délicatesse avec les apprentissages scolaires, il devient alors aisé de penser l'*inclusion*, qui peut par conséquent se définir en termes d'adaptations des supports, d'accessibilités des contenus et des évaluations, de méthodes prenant en compte *en amont* les éventuelles mises en difficulté face aux apprentissages.

Il sera question ici du fonctionnement intellectuel normal. La pathologie ne venant qu'à la marge éclairer certaines notions.

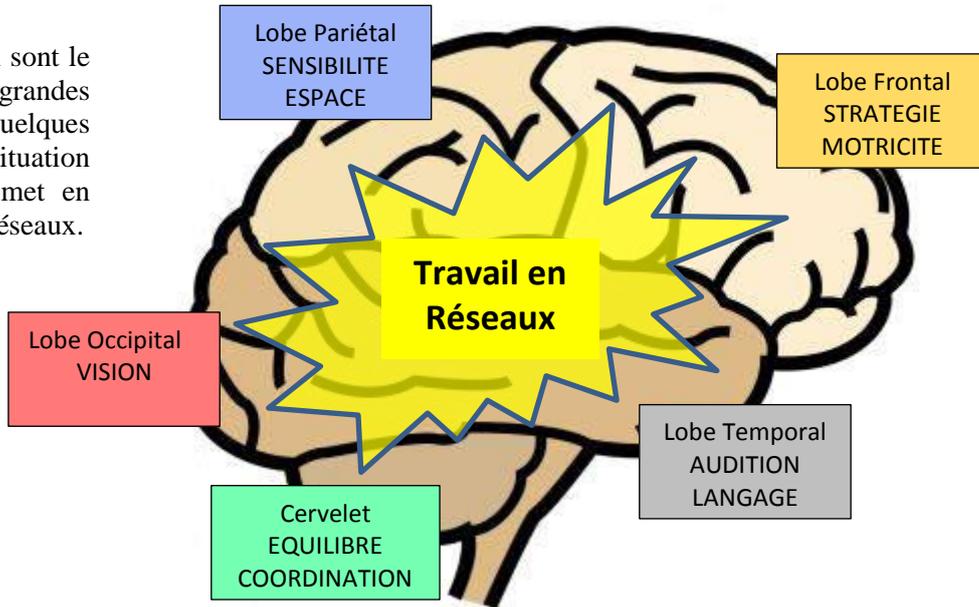


Un grand nombre d'aptitudes humaines résultent d'apprentissages et sont évidemment des aptitudes acquises. Simplement, ces apprentissages ne seraient pas possibles sans un outillage mental de base qui est universel, inné et propre à l'espèce humaine.

Connaître les différents ustensiles de la "boîte à outils intellectuelle" des élèves, c'est permettre à tous de comprendre comment l'être humain s'approprie connaissances et savoirs, réfléchir à une science de l'apprentissage, anticiper les adaptations nécessaires pour certains qui, pourvu d'un équipement cérébral perfectible, se retrouvent en panne dans les apprentissages.

Les progrès en neurosciences, en neuro-imagerie et en neuropsychologie, permettent de montrer le cerveau en train d'apprendre. Connaissances récentes, issues d'un domaine pluridisciplinaire en plein essor, la neuropsychologie infantile, elles constituent une véritable révolution, un enjeu majeur de ce début de siècle : s'adapter à tous les élèves en classe.

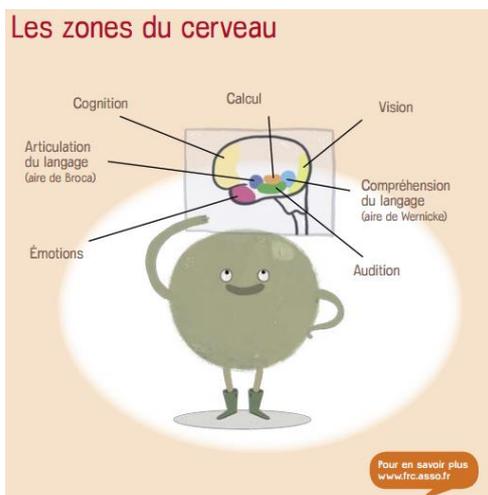
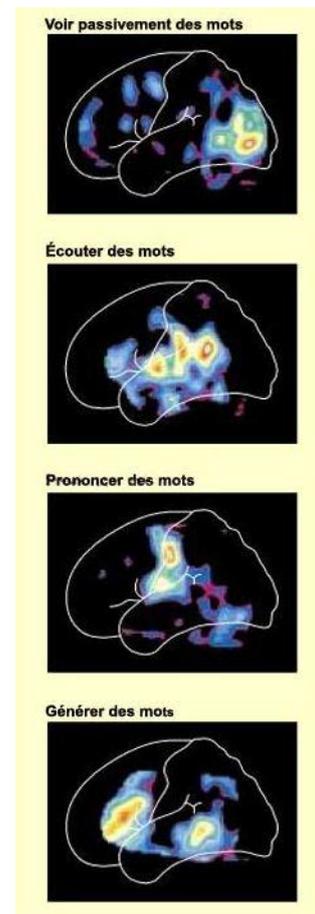
Les lobes cérébraux sont le support de grandes fonctions (ici quelques exemples). En situation d'apprentissage se met en place un travail en réseaux.



Visualisation des réseaux : adaptation à différentes tâches.

Source : site internet, le cerveau à tous les niveaux.

[\(http://lecerveau.mcgill.ca/\)](http://lecerveau.mcgill.ca/)



Extrait du livret : Le cerveau : notre machine à apprendre.

Téléchargeable sur www.frc.asso.fr

Chapitre 1. GENERALITES

On sait depuis le milieu du 19^{ème} siècle, que des régions cérébrales spécialisées constituent le support de différentes fonctions intellectuelles. Pour la moindre sollicitation nous mettons en jeu simultanément plusieurs fonctions cognitives. Les activités humaines nécessitent la collaboration de ces aires cérébrales dédiées chacune à des traitements spécialisés différents (vision, espace, langage, gestes et coordinations, attention, mémoires, stratégies...).

Pour cela nous mettons en place, selon les besoins, un fonctionnement dit *en réseaux*, adaptatif, s'ajustant à la multiplicité des tâches demandées aux élèves. Beaucoup d'entre eux sont précâblés. Le bébé naît avec la faculté de faire collaborer des régions cérébrales précises en fonction des tâches à effectuer. Certaines de ces capacités associatives sont toutes prêtes, par exemple pour l'acquisition du langage, ceci pour toutes les langues. **D'autres activités intellectuelles nécessiteront, au fil du temps, progressivement, sous l'influence d'apprentissages et d'entraînements, l'élaboration de novo de réseaux non prévus par l'Évolution.** Il en est ainsi pour la maîtrise d'activités fondamentales à l'école comme lire ou compter...

Entrer dans les apprentissages, réussir des activités scolaires finalement très complexes, impose une réactivité considérable du cerveau : ce sont alors des réseaux de réseaux complexes qui sont activés en temps réel, requérant ce que l'on appelle la *vitesse de traitement*.

Pour réussir en classe, tous les élèves devraient disposer d'un cerveau efficient capable de réagir de façon dynamique, évolutive, adaptée... aux sollicitations de l'école.

En situation d'apprentissage, le cerveau humain devra utiliser des fonctions différenciées, différents modules interconnectés de traitement de l'information. Par l'examen neuropsychologique ces fonctions peuvent être étudiées isolément. Leur "poids", leur impact, leur positionnement hiérarchique est variable.

Schématiquement il est utile de différencier :

- des fonctions qui permettent d'interagir avec l'environnement : reconnaître les informations qui nous parviennent par l'intermédiaire des organes sensoriels et programmer l'organisation motrice des réponses adéquates. Ce sont les fonctions sensorignosiques et practomotrices. Dites de *bas niveau*, elles traitent d'une modalité. Le sujet peut éventuellement utiliser une autre fonction préservée pour pallier une fonction défaillante.
- des fonctions qui permettent d'organiser et d'optimiser les différents traitements intellectuels. Fonctions de *haut niveau*, aux conséquences transversales, leur éventuelle panne nécessitera une adaptation de la part des adultes, plaçant alors l'enfant dans une situation plus favorable. Ce sont les troubles de l'attention, des fonctions exécutives, des fonctions mnésiques, de la maîtrise linguistique...
- des fonctions de catégorisation, de raisonnement, d'abstraction, de logique... Elles gouvernent les performances des autres compétences cognitives. Cette capacité cérébrale est appelée intelligence générale. Son déficit caractérise la déficience intellectuelle.

Nous allons envisager successivement ces différents niveaux de traitements cérébraux.

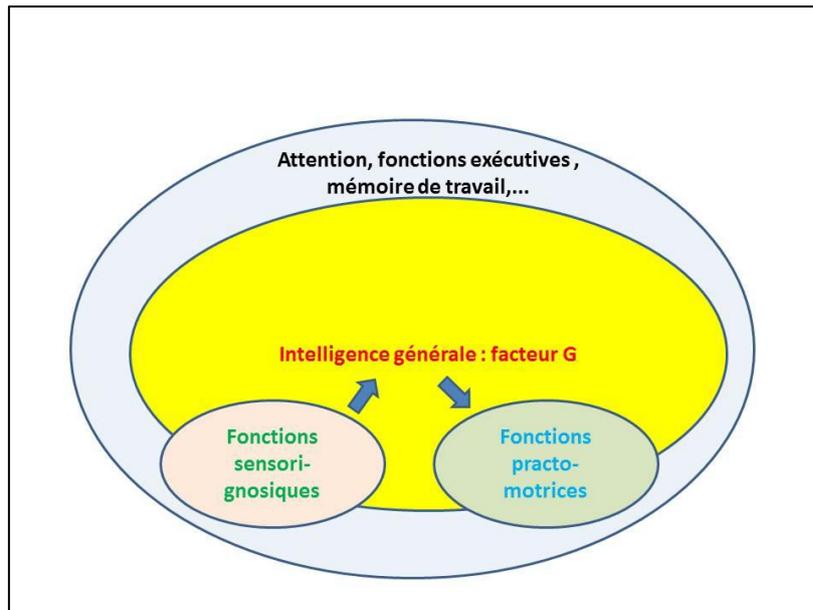
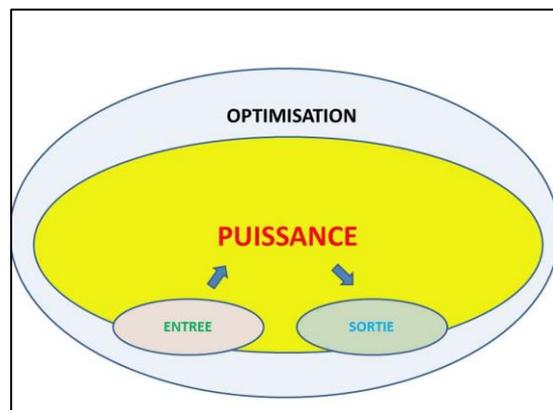
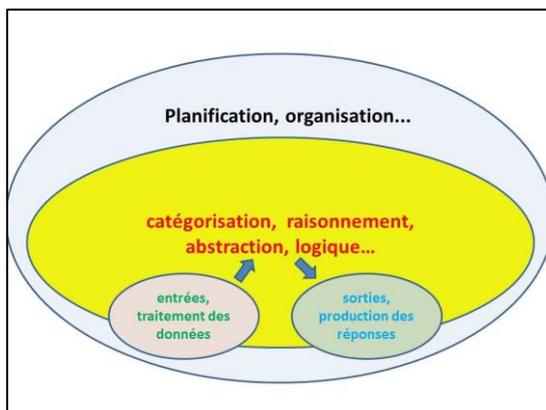
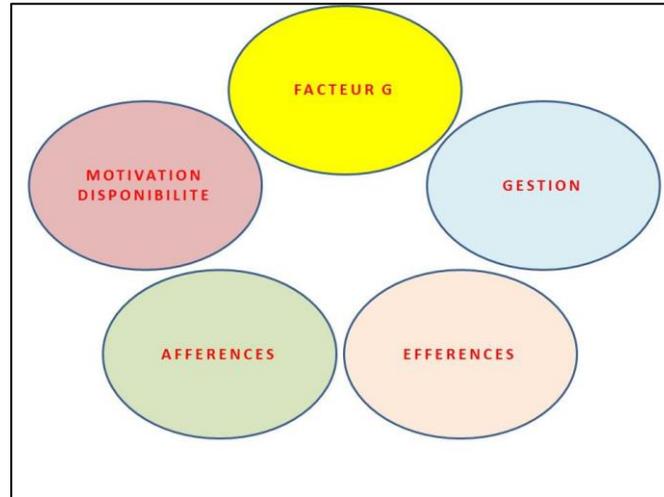


Schéma simplifié des fonctions intellectuelles : organisation hiérarchique et fonctionnelle :

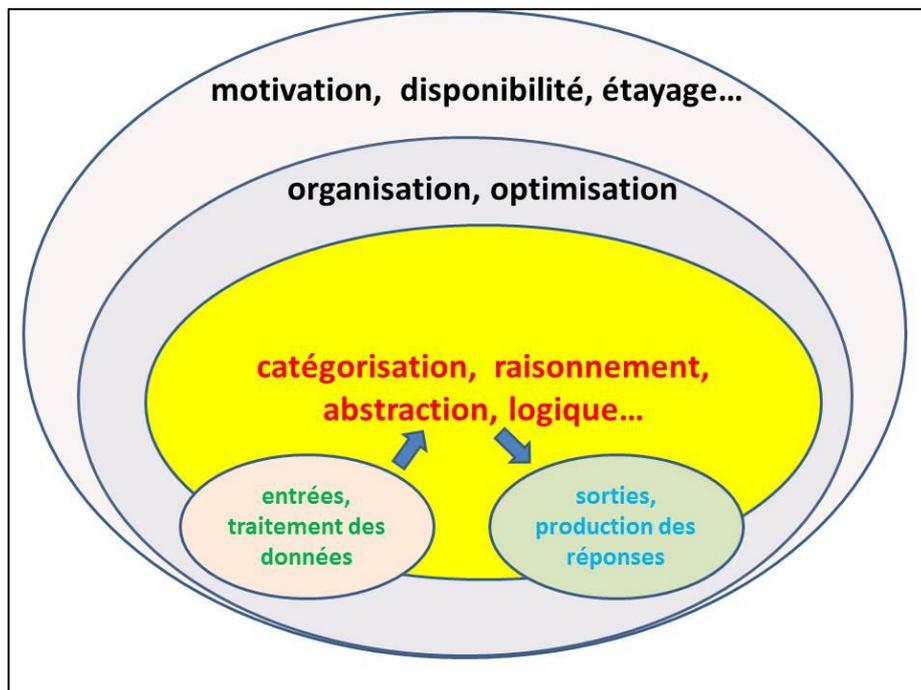
- traitement sensori-gnosique des entrées,
- traitement conceptuel : facteur G
- traitement practo-moteur des réponses
- optimisation par les fonctions d'organisation et de gestion.



Pour apprendre, les différentes fonctions cérébrales ne se contentent pas de cohabiter et de coopérer...



...elles interagissent dans un fonctionnement hiérarchique et régulé des modules cérébraux.



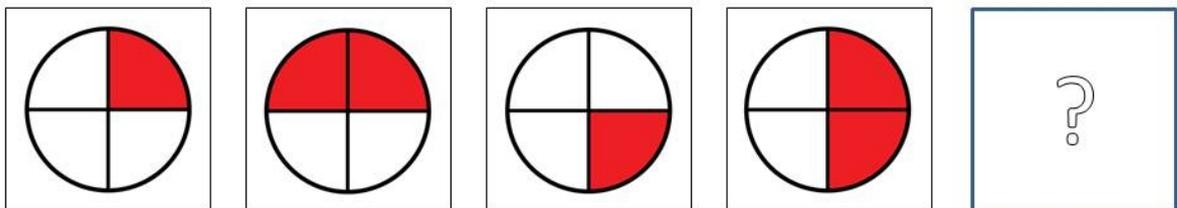
Chapitre 2. INTELLIGENCE "GÉNÉRALE" (le facteur G).

La capacité à catégoriser (à classer) les objets de notre environnement (les fleurs, les arbres, les oiseaux, les hommes) serait une aptitude innée, forgée par l'évolution. Cette aptitude permet de structurer son environnement et d'agir efficacement dans un milieu toujours changeant. Le facteur G est un facteur d'ordre supérieur qui ne peut être décrit en termes de contenu de connaissances, d'habiletés ou en termes de processus cognitifs. Ce n'est pas une variable comportementale ni psychologique, mais une variable biologique. JF DORTIER. *Le cerveau et la pensée*. ED. Sciences Humaines, 2003, pp 53-55.

Rappel : la plupart du temps, les traitements intellectuels mettent en jeu peu ou prou toutes nos fonctions cognitives. En situation d'apprentissage en classe, les activités scolaires, sont très diverses et très variées, mais elles sollicitent forcément l'intelligence générale.

Repérable dans les tests psychologiques, elle se définit comme une variable toujours présente, mais plus ou moins sollicitée selon la tâche considérée. Elle est appelée également *facteur G*. Répéter une liste de mots n'est pas similaire, en termes de complexité du traitement cognitif, à résoudre un problème.

L'intelligence générale représente les capacités innées (mais forcément stimulées par l'environnement) à faire des tris, à catégoriser, à conceptualiser... Il s'agit pour l'enfant de maîtriser et développer la capacité à "*mettre ensemble ce qui va ensemble*" ou à contrario "*repérer l'intrus, celui qui ne va pas bien avec les autres*". C'est trouver le point commun entre une orange et une balle, mais aussi entre l'électricité et le bois... ou bien être capable de repérer l'intrus entre le lion - le tigre - la poule - le chat... c'est aussi dans le domaine non-verbal repérer visuellement une forme, une image, un dessin qui complète une suite logique (ex. ci-dessous) ou qui représente un intrus.



Cette capacité, propriété intrinsèque du cerveau, permet in fine d'entrer dans les activités conceptuelles, raisonnements, de logique et d'abstraction.

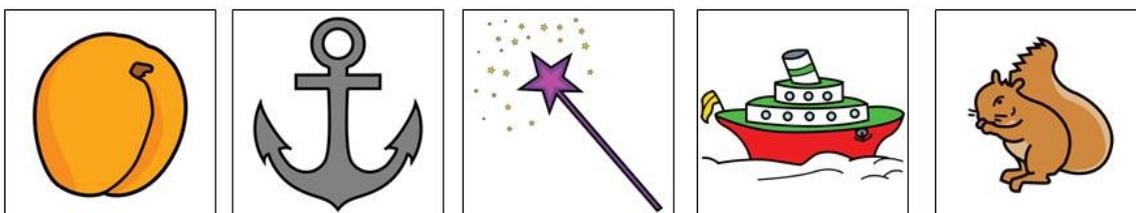
L'intelligence générale ne résume pas l'intelligence humaine mais elle est forcément sollicitée en situation scolaire. C'est une condition nécessaire, mais non suffisante, à une entrée aisée dans les apprentissages. Disons que c'est un préalable très utile ou bien encore un indice de la puissance de travail de notre encéphale. Mais sans de bonnes facultés d'organisation et de gestion, sans capacités d'élaboration en temps réel ou de stockage des données, de bonnes aptitudes en facteur G peuvent s'avérer inopérantes.

La débrouillardise, le système D, permettent dans une certaine mesure de compenser le déficit en facteur G mais de façon limitée. D'autres intelligences, l'intelligence artistique par exemple, permettent d'exceller dans des domaines autres que les apprentissages scolaires.

Le déficit d'intelligence générale, c'est à dire l'impossibilité de satisfaire à aucune tâche de facteur G, défini la déficience intellectuelle. Le milieu socioculturel et le niveau scolaire n'ont que peu d'influence sur le niveau de facteur G.

NB : Pour ne pas fausser l'évaluation du facteur G, on doit tenir compte, dans les tâches qui sont censées l'évaluer, d'éventuels déficits dans d'autres traitements intellectuels (ceux qui permettent de traiter les supports utilisés ou de produire la réponse sollicitée, les fonctions transversales...).

Dans l'exemple page précédente, trouver la solution impose une "rotation mentale" sous dépendance des capacités d'organisation spatiale. Ci-dessous trouver le point commun entre deux des cinq images impose d'être compétent en reconnaissance d'images.



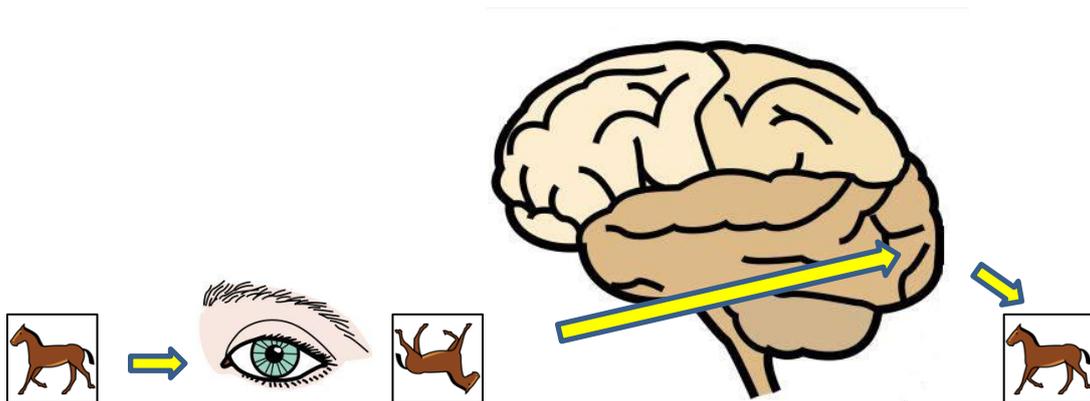
Chapitre 3. LES TRAITEMENTS SENSORIENS ET PRACTOMOTEURS.

Les niveaux cognitifs qui traitent les entrées (la forme, le support de l'information proposée aux élèves, le traitement de sons, d'images, de schémas...) et programment les sorties (selon le type de réponse exigé des élèves telle ou telle fonction cognitive est sollicitée : programmation d'un geste moteur, de la parole...) mettent nécessairement en jeu vision, audition et motricité. Ces trois aptitudes sont fortement sollicitées chez l'apprenant en classe.

3.1. LA VISION

À l'école les supports visuels sont volontairement très utilisés comme soutien aux apprentissages.

La représentation, bien connue du grand public, d'une image inversée sur la rétine (en raison de la structure même de l'œil : une lentille) puis adressée au cortex visuel chargé de la "redresser", ne rend pas compte de la complexité du phénomène de la vision. Bien au-delà de cet indispensable traitement optique, pour chacun de nous et à chaque instant, le cerveau réinvente le monde!



Voir : le cerveau doit redresser l'image, mais pas seulement!

Les recherches montrent que les aires visuelles se chargent de reconstituer la réalité de la scène appréhendée visuellement à partir de l'analyse des éléments qui la constituent. Un peu comme en photographie argentique, l'image est "révélée", ou en photographie numérique, l'image est traitée pixel par pixel.

La certitude de percevoir notre environnement n'est que pure illusion. En permanence nous reconstituons de façon minutieuse la réalité à partir de ce que nous connaissons déjà. Notre cerveau va même plus loin! Il peut reconstituer une chimère, ci-contre moitié oiseau - moitié poisson. La reconnaissance des deux parties rend plausible la visualisation d'un tout qui n'existe pas.



En revanche, nous serions incapables de *comprendre* une information visuelle, quelle qu'elle soit, sur une planète où rien n'existerait en commun avec la Terre! Chacun d'entre nous, membre de la communauté humaine, doit posséder une version proche d'un *logiciel cognitif* commun à l'espèce, pour "percevoir-reconnaître", pour espérer s'entendre sur une réalité suffisamment commune du monde.

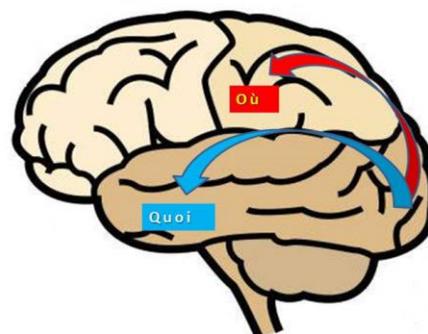
Lorsque nous ouvrons les yeux, les entrées visuelles sont là en permanence et assaillent notre cerveau! On ne peut s'y soustraire. Par exemple, dès que l'humain maîtrise la lecture il ne peut s'empêcher de lire, de décoder les signes constituant des mots de sa langue. L'organisation interne de notre encéphale implique un traitement automatique des éléments visuels.

Il est admis que tout stimulus visuel va être distribué par une voie dite *dorsale* vers les aires pariétales qui traitent de sa position absolue et relative dans l'espace (appelée voie du **où**) et par une voie *ventrale* vers les aires du langage qui permettent de reconnaître puis de désigner l'objet (voie du **quoi**). Nommer et connaître la localisation des objets sont des données traitées automatiquement.

NB : Faire, penser, ou regarder faire une action déclenchent l'activité de neurones particuliers appelés neurones "miroirs". Les traitements visuels influenceraient la conscience du sujet de ses propres actions. Marc Jeannerod introduit une troisième voie, la voie du "QUI". Cet auteur postule qu'un traitement automatique de l'action serait antérieur à la prise de conscience qu'à le sujet de sa propre action¹.

Au-delà des aspects purement ophtalmologiques, indépendamment d'une bonne acuité visuelle, l'intégrité des fonctions *neurovisuelles* conditionne donc un traitement efficace des informations visuelles. Ces fonctions intéressent tout à la fois la vision des couleurs, le champ visuel, l'oculomotricité, les fonctions visuospatiales, les fonctions gnosiques visuelles...

Niveau Oculaire :	Netteté Acuité visuelle
Niveau Neuro-visuel :	Reconnaissance (gnosie) Chromatisme Champ visuel Organisation du regard Traitements spatiaux



¹ Notion de "conscience après coup". M. JEANNEROD, Le cerveau volontaire, Odile JACOB. 2009. p. 201.

3.2. LE TRAITEMENT CÉRÉBRAL DES STIMULI VISUELS

3.2.1. GNOSIES (reconnaisances)

La reconnaissance est ce phénomène psychologique qui nous permet, par l'usage de l'un ou de l'autre de nos sens, d'identifier un objet que nous observons actuellement, avec un objet antérieurement observé et dont nous avons enregistré le souvenir sous forme d'image mentale. Dejerine, 1914.

D'une certaine manière, toute activité d'identification visuelle implique une phase de récupération en mémoire... à l'inverse, on ne peut se souvenir d'un objet que si celui-ci a déjà traversé le filtre de notre perception. M. Van Der Linden, JM. Grailet, *Vision aspects perceptifs et cognitifs*, Solal, 1998, p. 229.

La reconnaissance d'objets physiques par l'intermédiaire des organes des sens définit la fonction gnosique. NB : Nous envisageons plus loin la reconnaissance à partir des modalités auditivo-verbales. (cf. page 27).

Dans le domaine scolaire les traitements de supports visuels sont omniprésents.

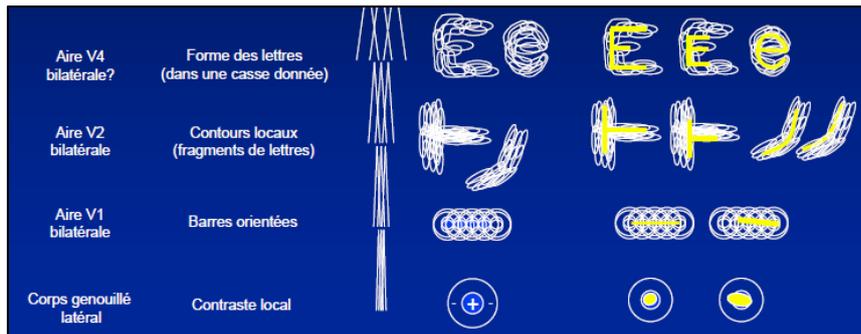
Le système visuel traite les photons et permet de décoder chiffres, lettres, images...

Ces traitements des stimuli physiques élémentaires sont automatiques. Certains traitements, par exemple la reconnaissance des visages, se développent à partir de compétences précoces (de fonctions pré-câblées à la naissance). Pour beaucoup d'autres supports utilisés en classe ce n'est pas le cas. Le cerveau devra créer de novo des systèmes appropriés à partir des fonctions de reconnaissance qu'il possède déjà. Prenons quelques exemples.

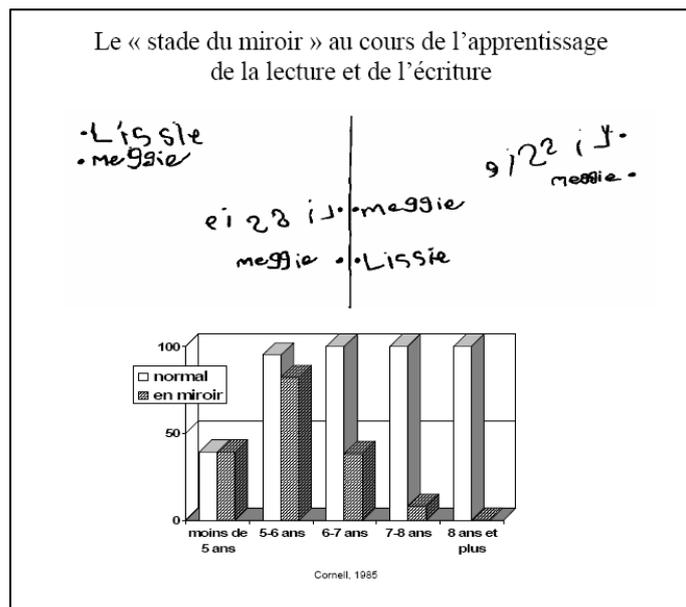
1. Les lettres

Un traitement cognitif en apparence simple comme distinguer les différentes lettres de notre alphabet (les graphies) ne va pas de soi. 26 symboles arbitraires codent des sons et certains sons sont codés par des regroupement de symboles (ch- qu), d'autres par une accentuation (é,è). En français, le son "keu" peut-être codé **k** dans *képi*, **c** dans *canon*, sous la forme du digramme **qu** dans *qui*, ou bien **ch** dans *chorale* (sachant que ce même graphème ch peut se prononcer aussi "cheu"). Le son "feu" est le plus souvent codé "f" mais parfois "ph"! À la complexité inhérente au traitement de reconnaissance des signes qui codent la langue s'ajoute parfois la complexité propre à la langue elle-même.

Stanislas DEHAENE propose le modèle de traitement des lettres LCD (Local Combination Detectors). Ci-dessous, une diapositive de son cours au Collège de France en 2007, décrivant les différentes premières étapes permettant aux aires visuelles, mises en jeu graduellement, d'extraire à partir des stimuli sensoriels élémentaires, une "représentation interne" abstraite des lettres.



Même pour un son simple codé par une unique lettre, la reconnaissance peut être prise en défaut. Stanislas DEHAENE prend l'exemple de la différenciation b / d qui demande au cerveau de l'apprenant de désapprendre le principe de faible pertinence de la symétrie horizontale pour l'espèce humaine! Pour le chasseur-cueilleur, dans la nature, la symétrie droite-gauche n'a aucune espèce d'importance dans sa vie de tous les jours : qu'un tigre vienne de la droite ou par la gauche, il prend la fuite! L'apprentissage des lettres de l'alphabet à l'école impose, en quelque sorte, au cerveau de désobéir à ce principe "inné". Jusqu'à l'âge de 5-6 ans la fréquence d'écriture dite en miroir (symétrie horizontale) est importante mais devient quasi nulle à 7-8 ans quand l'écriture manuelle est en voie d'automatisation.



Ce traitement de l'information, la reconnaissance des lettres, dans certaines conditions et pour certains enfants, peut rester difficile. En effet, d'autres lettres se ressemblent morphologiquement, le "m" (deux ponts, trois jambes) et le "n" (un pont, deux jambes), le "u" et "n" représentent la même image graphique ayant subi une rotation à 180°.

2. Les images.

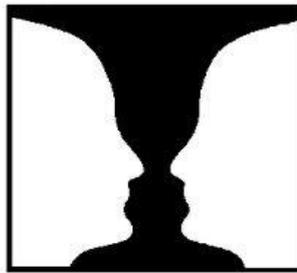
L'utilisation de représentations imagées est très fréquente en classe. On demande par exemple aux élèves d'effectuer un traitement cognitif de haut niveau consistant à catégoriser. Par exemple déterminer à partir d'une image la classe d'un animal. S'agit-il d'un vertébré, d'un mammifère, d'un

poisson? Cela n'est possible que grâce à la reconnaissance préalable et fiable de l'image présentée. Il s'agit bien d'une reconnaissance qui consiste d'abord à extraire un certain nombre de signaux élémentaire de l'image pour accéder au *sens* de l'image. Il s'agit de nourrir de signifiants plausibles notre *mémoire* encyclopédique à partir d'*indices* sélectionnés jugés pertinents. Ce traitement perceptif ultra-rapide (moins de 300ms) est considéré comme non conscient.

NB : Le hic, intervient quand baleine ne colle plus avec poisson! Cet animal vit dans l'eau, à une forme oblongue, des nageoires... Ce piège perceptif doit être inhibé consciemment par la connaissance en mémoire sémantique que la baleine est un mammifère qui allaite ses petits.

Le traitement perceptif appliqué à l'image pour la reconnaître avant de la nommer (par comparaison avec toutes les informations la concernant en mémoire sémantique) peut être illustré grâce à des représentations utilisant l'illusion. Ces *leures perceptifs* prennent les fonctions visuelles cérébrales en défaut et permettent ainsi d'illustrer les étapes perceptives du traitement des images.

- Un des premiers traitements perceptif consiste à discriminer quel est le fond, quelle est la forme : privilégiez le fond noir et vous verrez deux visages, privilégiez le fond blanc vous apercevrez un vase!



- Il est aussi nécessaire de déterminer les contours de l'objet imagé : il n'est pas évident ici de suivre le contour du reptile.



- Nous devons également saisir les attributs typiques qui caractérisent l'image : sans doute ici voyez-vous l'image inversée d'une jeune fille souriante. Retournez le livre et regardez : renversant, non?



- D'autres images montrent une lecture différente selon leur orientation. Elles renseignent sur la situation toute particulière de personnes qui n'auraient pas la même interprétation des images que celui qui les leur montre!



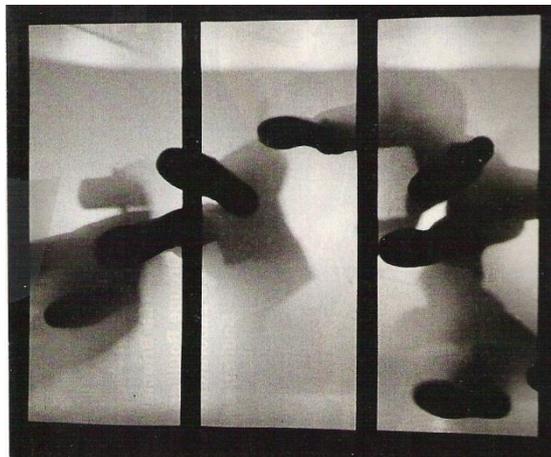
← la même image avec une rotation de 90° →



Ce travail permanent de reconnaissance à partir de l'analyse des traits élémentaires des images (fond-forme, contours, détails, couleurs, brillance, reflets...) s'effectue sans difficultés à condition que les représentations imagées du réel soient suffisamment courantes, habituelles. On parle alors d'images *prototypiques*. Ci-dessous quelques points de vue plutôt inhabituels rendant la reconnaissance moins immédiate :



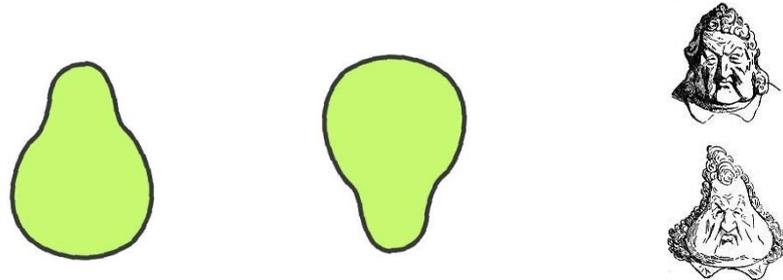
Des images très inhabituelles peuvent s'avérer particulièrement ardues à décoder :



Chaque image nécessite un traitement séquentiel d'informations de base, de façon très rapide, donnant l'impression d'un traitement simultané. Ce traitement premier *de nature perceptive*, obligatoire, permet de faire un premier tri, une sorte de *pré-catégorisation*.

On peut supposer que ce dessin de type "piriforme" amène notre cerveau à considérer le fruit ou un visage selon son orientation :

Ci-dessous : la forme de gauche évoquera une poire, celle du centre un visage. Même si à droite l'illustration bien connue du visage de Louis-Philippe est là pour me contredire, mais il s'agit d'une caricature!



L'orientation de l'image joue un rôle. Quelle que soit l'orientation ceci évoque une ampoule électrique :



Alors que cette représentation sera plus facilement décodée "visage" à gauche qu'à droite.



3.2.2. Autres FONCTIONS NEUROVISUELLES

Comment voyons-nous? Cette question est très complexe. Les informations captées par l'œil, sont traitées par de nombreuses aires cérébrales, on parle d'une trentaine, représentant près du tiers du volume cérébral. On ne connaît pas encore précisément le rôle de chacune.

Le cerveau ne photographie pas le monde, il le réinvente en temps réel. Mais saisir des informations n'est pas seulement *voir*, c'est aussi *regarder*. Savoir regarder cela s'apprend.

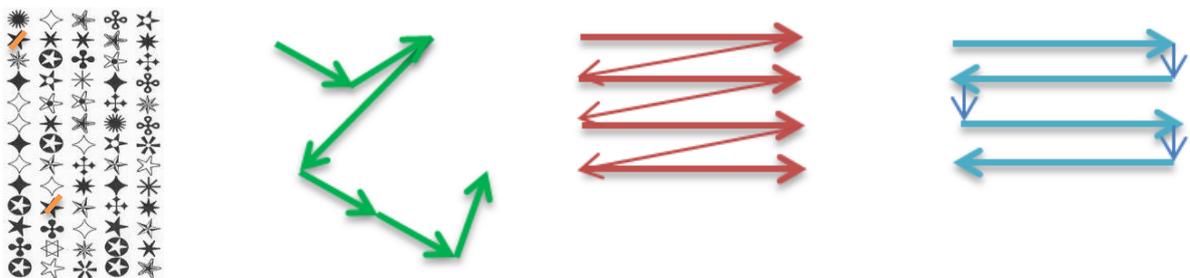
Comprendre l'importance de la neurovision en termes d'apprentissages scolaires, renvoie à différentes fonctions : champ visuel, stratégies de regard, élaboration de la notion d'espace... Ces fonctions se développent et deviennent efficaces progressivement.

L'efficacité de l'œil en tant qu'instrument optique et celle de la rétine comme plaque sensible sont indispensables à la réception des informations traitées au niveau cérébral (aires visuelles). Mais explorer le monde, l'espace, l'espace-feuille... requiert d'autres performances, il nous faut apprendre à nous servir de nos yeux. En quelque sorte, comme le cameraman procède en des mouvements de caméra sophistiqués à partir des consignes du réalisateur, notre regard est piloté en fonction des habiletés visuelles réclamées par la tâche en cours.

Orienter son regard, automatiser certaines stratégies de regard sont des apprentissages la plupart du temps implicites.

Une tâche courante à l'école consiste à rayer sur une feuille des éléments parmi d'autres (épreuves dites de *barrages*, par exemple ici barrer l'étoile noire pleine, à 5 branches).

Progressivement les élèves passent d'une stratégie aléatoire (flèches vertes), génératrice d'oublis, à une stratégie ligne par ligne (en rouge). Pour aller plus vite, certains choisiront même une stratégie d'allers-retours (boustrophédon, en bleu). Certains élèves découvrent ces stratégies seuls, pour d'autres il sera nécessaire de leur expliciter.



Les mouvements oculaires qui permettent de passer précisément d'un point de fixation à un autre, en quelque sorte de "sauter" d'une cible à une autre, sont obligatoirement sollicités dans certaines activités scolaires. La lecture ou le dénombrement obligent à automatiser des petits mouvements balistiques fins et très précis, calibrés et coordonnés, effectués par les deux yeux en même temps, que l'on appelle saccades (voir chapitres : 6.2 Lecture et 6.3 Habiletés numériques).

Les capacités de conception et de manipulation mentale de l'espace sont des représentations qui se développent lentement et progressivement chez l'enfant. La "voie du où" permet automatiquement de situer les objets les uns par rapport aux autres, de les localiser en rapport aux repères physiques universels. Se représenter la position respective de plusieurs objets entre eux, par rapport à soi ou en rapport aux lois physiques (haut-bas, droite-gauche, devant-derrrière...) réclame la coopération d'autres fonctions dont le langage. Le lexique spatial est très précis et ne supporte aucune ambiguïté : l'enfant doit maîtriser progressivement les différences subtiles entre *dedans, entre, au milieu, au centre...* La mémorisation des mots qui décrivent l'espace est lente et demande un fort étayage des adultes. Une notion comme la latéralité est à la fois intrinsèque à l'individu et purement conventionnelle. Nombre d'adultes confondent la droite et la gauche! Enfin, les notions spatiales et temporelles sont également très imbriquées, l'espace c'est le temps *figé*, le temps est le lieu d'expression de la modification de l'espace.



Par rapport au sujet (en bleu), Vert est à *sa* droite et Rouge est à *sa* gauche. Mais pour vous qui regardez cette page, Rouge est à *votre* droite et Vert est à *votre* gauche!



Pour le sujet toujours en bleu, Vert est devant lui, Rouge est derrière lui.



Pour le sujet marron, Vert et Rouge sont tous deux placés devant lui!

Traiter des supports visuels impose de savoir reconnaître, explorer et situer dans l'espace... Ces traitements sont supportés par différentes fonctions cérébrales, différentes capacités cognitives. Certaines procèdent de traitements automatiques, d'autres s'apprennent. La réussite à certains apprentissages modèle notre cerveau, le contraint à utiliser *autrement* des zones dédiées, à les mettre en relation, les recombinaison pour s'adapter aux contraintes culturelles imposées par la société, mises en œuvre à l'école.

3.3. LE TRAITEMENT CEREBRAL DES ACTIONS : PRAXIES

(savoir-faire)

Déjerine, 1914 : les apraxies désignent les perturbations de l'activité gestuelle, qu'il s'agisse de «mouvements adaptés à un but» ou de la manipulation réelle ou mimée d'objets, ne s'expliquant «ni par une atteinte motrice, ni par une atteinte sensorielle, ni par une altération intellectuelle» et survenant lors de la lésion de certaines zones cérébrales. Cité par R.GIL, Neuropsychologie, 5ème édition, 2010, Masson, p 77.

Nous agissons dans et sur notre environnement par l'intermédiaire de notre motricité. Elle est forcément sollicitée dans la réalisation des actions : parole, gestes... Une interaction efficace avec notre environnement requiert la mise en jeu d'une programmation de cette motricité, assurée par les fonctions praxiques.

Trois niveaux de mise en œuvre de la motricité.

La motricité se met en œuvre de façon automatique pour lutter contre la pesanteur : il s'agit du tonus musculaire qui permet de nous ériger, de maintenir une posture antigravitaire. Son absence soudaine nous fait remarquer quand la tête de notre collègue de travail "tombe" d'un coup en réunion : mince, il s'est endormi!

Dans tous les pays du monde, sous toutes les latitudes, les petits enfants s'essayent à marcher, courir, sauter, attraper, lancer... le développement des coordinations motrices sont indépendantes de la culture et se font sans réel apprentissage, par jeux, par imitation... Elles interviennent tôt chez tous les enfants sensiblement dans la même fourchette d'âge.

En revanche, manger, s'habiller, utiliser des outils, tracer des lettres... constituent des gestes qui s'apprennent dans des lieux dédiés (la maison et l'école) et nécessitent de longs apprentissages répétés, s'étalant sur des mois voire des années. Ils sont très culturellement dépendants. On mange avec des baguettes, des couverts; on s'habille d'un pagne ou d'un costume trois pièces avec cravate...

Les fonctions praxiques déclenchent des gestes précédemment appris stockés en mémoire à long terme dite procédurale. Ils s'exécutent alors de façon efficace, adaptée, harmonieuse et cette mise en jeu ne suscite pas d'effort particulier. Votre membre supérieur ne se prépare pas de la même façon pour saisir une aiguille ou un verre, un encombrant paquet de coton ou une lourde pièce de métal. Vous n'avez pas à y penser n'est-ce pas? Cela se fait tout seul!

Programmation motrice et spatiale des différentes séquences gestuelles sont obligatoires, tout geste s'inscrivant nécessairement dans l'espace et dans le temps. Repérez le bol sur la table, pensez très fort à le saisir, fermer les yeux, il y a fort à parier que vous n'allez pas tomber bien loin de son rebord! Mais cela fait des années que vous utilisez des bols!

Quand on est enfant, ce n'est pas du premier coup que l'on arrive à mettre son pantalon, à lacer ses chaussures, à manger avec un couteau et une fourchette (ou des baguettes), plus tard à réussir un changement de vitesse. On apprend à faire du vélo et à glisser sur des skis, à recoudre un bouton, à utiliser un compas ou un rapporteur, le "démarrage en côte". On estime qu'une fois appris ces apprentissages culturels sont réutilisables à la demande lorsque la situation que nous vivons le nécessite. Nous avons à notre disposition des cartes cérébrales toute prêtes, qui représentent la trace permanente de ce savoir-faire stocké dans une mémoire dite "procédurale". Ne dit-on pas que savoir faire du vélo ne s'oublie pas? Certaines personnes très âgées savent toujours fort bien tricoter ou jouer d'un instrument.

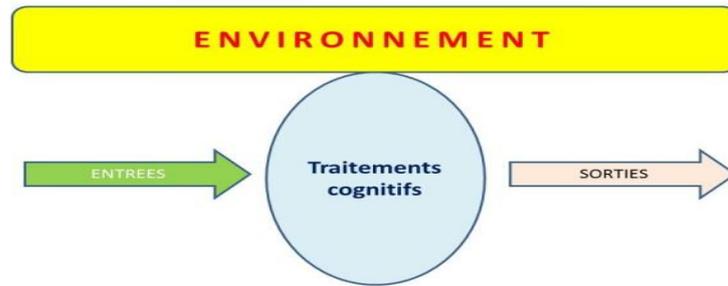
Les praxies engrangées de façon définitives sont efficaces et s'exécutent sans effort, sans fatigue, sans attention particulière.

La gestion de la programmation des habiletés manuelles est réalisée de façon rentable et très économique. Nous n'avons pas à réfléchir quand nous exécutons des routines.

Chez l'adulte, seule l'intention du geste, liée au but à atteindre, reste consciente, volontaire. Elle est pilotée par les fonctions exécutives : *je veux noter ce numéro de téléphone*. Réaliser concrètement la séquence gestuelle le permettant se fait ensuite tout seul, sans avoir à réfléchir!

Pour l'apprenant en classe, interagir avec l'environnement consiste le plus souvent à laisser une trace écrite ou donner une réponse orale. Les deux mettent en jeu une motricité programmée, d'abord volontaire et conscientisée chez celui qui apprend, secondairement lentement automatisée. Au stade de l'apprentissage, l'effort cognitif est constant : *je veux noter mes leçons, je dois trouver le bon cahier, l'ouvrir à la bonne page... comment s'écrit "numération, tion, cion"... zut j'appuie trop fort avec mon crayon, j'ai froissé la page en voulant gommer...*

- Programmation de la parole : parler met en jeu, dans une temporalité obligatoirement contrôlée, la musculature de la langue, des joues, de la face, les cordes vocales, le pharynx et la respiration (coordination pneumo-phonique). Cela permet une *pro - non - cia - tion* correcte plutôt qu'une bouillie langagière incompréhensible. Si l'enfant acquiert sa langue maternelle essentiellement par le bain de langage, certains considèrent que cette acquisition s'appuie également sur l'observation puis l'imitation des mouvements réalisés par la bouche de ses interlocuteurs.
- Programmation du geste scripteur : réaliser une trace écrite, par exemple, l'écriture manuelle, consiste à utiliser la motricité pour saisir l'outil scripteur de bonne façon puis tracer en exerçant une pression adéquate sur le support. Il est alors possible de se déplacer dans l'espace des lignes "seyes" du cahier pour réaliser des lettres, des mots, des phrases, des textes. De façon à pouvoir se relire aisément et sans difficulté par l'entourage.

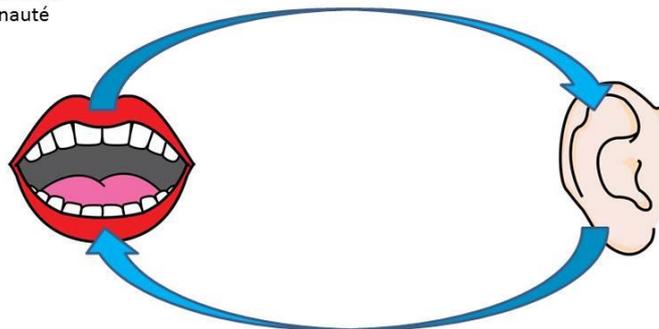


Savoir traiter des informations qui nous parviennent par l'intermédiaire des organes des sens (décoder, reconnaître) et mettre en jeu notre motricité pour agir (réaliser le programme de réponse) s'inclut dans un espace de relation d'interactions avec l'environnement matériel et humain. Du domaine sensori-moteur, cet espace concerne plus exactement les fonctions sensori-gnosiques et practo-motrices.

Dans le domaine verbal, on conçoit aisément que par l'intermédiaire des fonctions sensori-gnosiques verbales, nous décodons le langage humain de notre communauté. Nous savons reconnaître et traiter les sons de la langue maternelle. Cela permet aux centres cognitifs linguistiques, l'accès au sens du message qui nous est destiné par le traitement combinatoire du lexique et de la syntaxe.

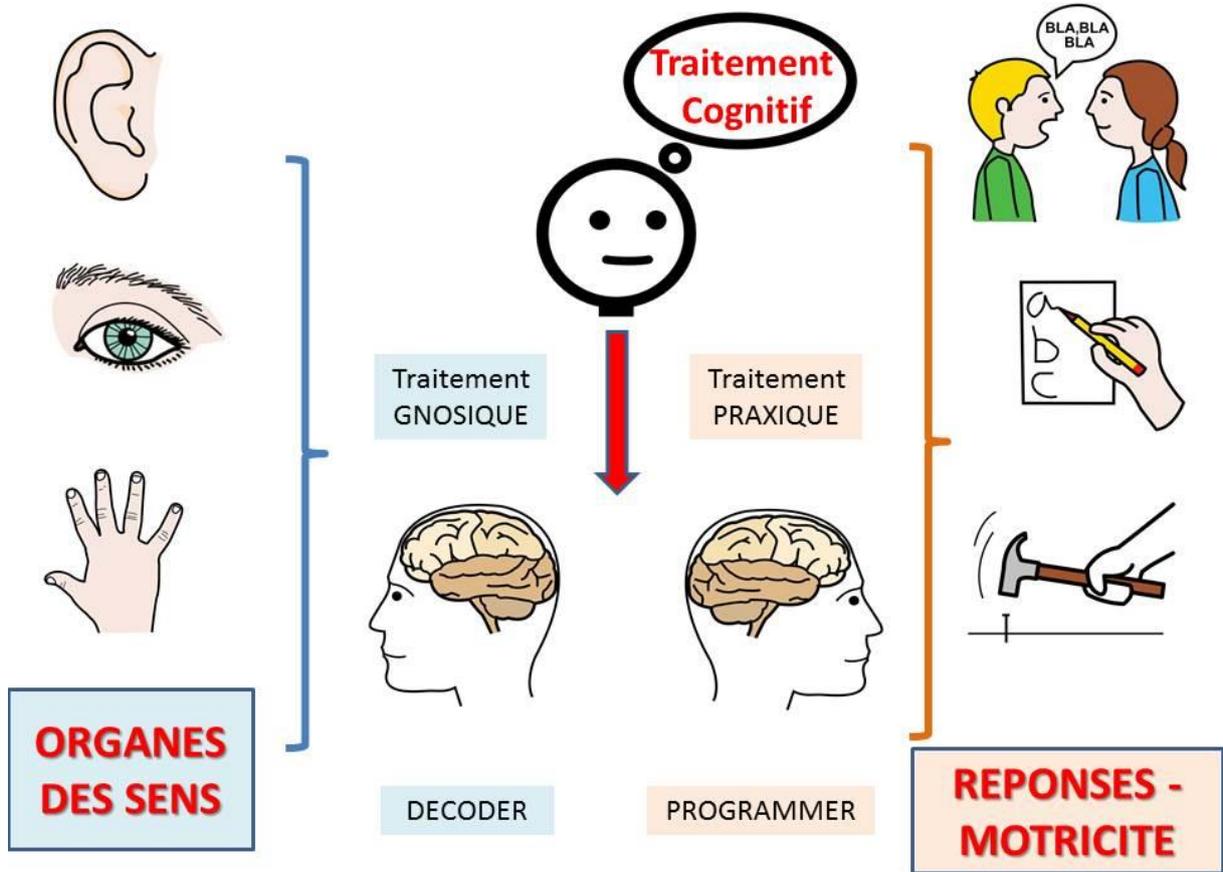
En réponse nous émettons (fonctions practo-motrices) des messages en produisant des phrases décodables, compréhensibles, par nos interlocuteurs. Ces deux fonctions sont complémentaires et réalisent une boucle d'interaction fonctionnelle cohérente :

PRAXIE : message émis,
décodable par autrui,
car sa programmation le
rend conforme au code
langagier de la
communauté



GNOSIE : message décodé, car
il contient des sons de la
langue maternelle, il peut
donc être re-connu

Qualité d'analyse réceptive et efficacité de programmation de réponse verbale réalisent une boucle d'interaction base de la cohérence entre un individu et ses interlocuteurs...



Chapitre 4. LES FONCTIONS D'ORGANISATION ET DE GESTION.

FONCTIONS EXÉCUTIVES : Fonctions du cortex préfrontal qui contrôlent l'exécution des conduites, le choix des stratégies, la prise de décision. Les notions de fonctions exécutives et de processus de contrôle sont ici synonymes. O. Houdé. Les 100 mots de la psychologie. Que sais-je. 2011. p. 41.

Effectuer un traitement cognitif à partir d'informations préalablement décodées et élaborer une réponse adaptée représentent à l'évidence des tâches complexes. Les réseaux neuronaux, les réseaux de réseaux de neurones, qui sous-tendent cette capacité se développent ou s'élaborent progressivement au fur et à mesure des rencontres entre l'apprenant et les notions scolaires. En temps réel, au cours d'une tâche, cela ne prête à aucune improvisation. En quelques fractions de seconde, tel ou tel réseau s'active. Il faut donner la priorité à l'un, puis l'autre, ou bien les engager simultanément dans la tâche à réaliser. Dans le cerveau, en langage d'imagerie médicale fonctionnelle, certains s'allument en même temps (synergie, complémentarité), et/ou l'un s'allume quand l'autre s'éteint (temporalité). Ne trouvez-vous pas frappant le rapprochement avec le rôle du chef dans un grand orchestre?

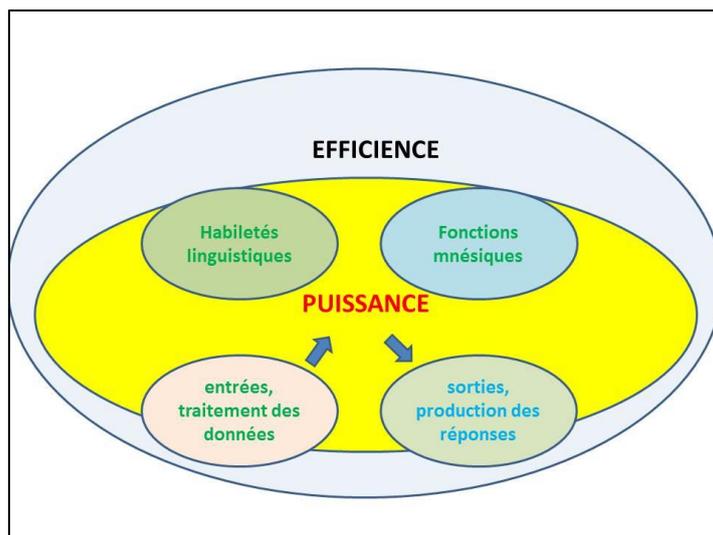
Notre cerveau a effectivement besoin d'un chef d'orchestre pour exécuter en cohérence cette symphonie neuronale. Cette direction des ressources du cerveau humain, ce sont les fonctions exécutives (vocabulaire employé ici au sens large rendant compte de la notion d'organisation et de gestion). Elles gouvernent les différentes fonctions cérébrales et en règlent l'efficacité. Leur bon fonctionnement permet d'optimiser le jeu collectif, harmonieux et efficace, des différentes sous-fonctions cérébrales.

Les fonctions d'organisation et de gestion de l'ensemble de nos outils cognitifs mettent principalement en jeu trois de ces mêmes outils cognitifs : l'attention, la mémoire de travail et les fonctions exécutives (ce dernier vocable étant utilisé dans ce cas au sens plus restreint du terme). Chacune de ces trois fonctions cognitives peut être évaluée isolément mais en situation elles sont indissociables.

Chez un sujet motivé et volontaire, une tâche nouvelle ou difficile, requiert la mise en jeu de ces trois fonctions dans une supervision cognitive consciente et cognitivement coûteuse. À contrario, les tâches automatisées requièrent peu d'intervention des fonctions exécutives.

Les fonctions exécutives s'appuient sur d'autres fonctions :

- la mémoire à long terme (mémoire permanente des savoirs et des savoir-faire). Ce qui est su permet un fonctionnement plus économique du système exécutif très dispendieux en énergie. Il est donc mis en jeu surtout en situation de nouveauté. En situation routinière il peut compter sur notre mémoire, en quelque sorte se reposer grâce à notre mémoire.
- les habiletés linguistiques. La maîtrise du langage, permet de recoder en langage certaines données par exemple visuelles et spatiales. Ce passage par le langage est de plus en plus utilisé par nombre d'enfants avec l'âge, par exemple au fur et à mesure de l'accroissement de la complexité des traitements visuospatiaux.



Exemple de traitement cognitif sur afférences visuelles (Item 1: traitement visuel de la constellation iconique des points du dé. Item 2 : traitement visuospatial). (J. Grégoire, *L'examen clinique de l'intelligence de l'enfant*. MARDAGA. 2009. P 169)

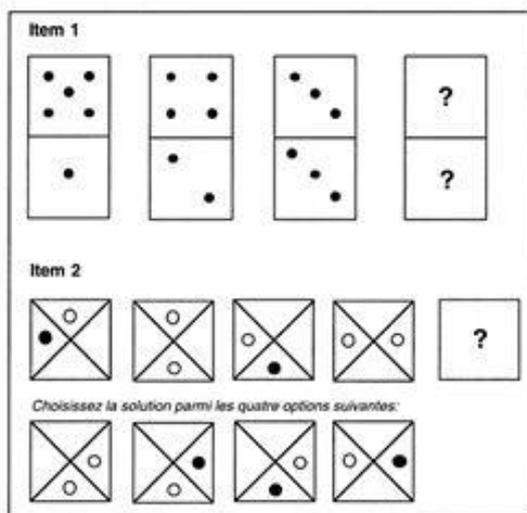


Figure 16 — Deux items mesurant le raisonnement inductif.

Ces deux tâches paraissent proches mais mettent en jeu des traitements très différents :

- Item 1, le sujet peut verbaliser la suite croissante-décroissante de chiffre et *en déduire* la réponse : domino 2 / 4
- Item 2, un lexique très précis est nécessaire pour traiter ce matériel très spatial. Le sujet verbalise que les points blancs-noirs et blancs-blancs alternent avec une rotation anti-horaire. Cela permet de déduire puis de choisir la bonne *sélection* parmi les réponses proposées. Faire un *choix* sollicite d'avantage les fonctions exécutives.

4.1. L'ATTENTION

Au cours de ces dernières années, les travaux des psycho-cognitivistes ont permis de montrer le rôle majeur des fonctions attentionnelles au sein des ressources cognitives. Les processus attentionnels sont impliqués dans un grand nombre d'activités cognitives, dont ils modulent le fonctionnement, ou dont ils sont une condition nécessaire (mémoire, apprentissage). F. LUSSIER, J. FLESSAS. Manuel du TEA-Ch, version francophone. ECPA. 2006.

"Faire attention" est une formule que tous les élèves connaissent bien mais qui représente une injonction paradoxale pour ceux qui en manquent ou la maîtrisent mal. Il leur est demandé à longueur de journée de solliciter une capacité qui par essence leur fait défaut!

Faire attention est une capacité qui se développe à partir de compétences innées. Des expériences simples démontrent que les bébés sont interpellés (prêtent attention) plus facilement et plus intensément aux choses nouvelles ou surprenantes, incongrues ou impossibles.

Dans l'exemple, ci-dessous, les bébés regarderont plus longtemps, ils seront beaucoup plus interpellés, par le cylindre rouge. Pourquoi? Simplement parce que par rapport au cylindre vert, il est en équilibre très instable sur la boîte : les lois de la physique élémentaire font partie des connaissances des bébés! Lorsqu'on les sollicite à cet endroit ils prêtent donc attention aux événements qui transgressent ces lois.



Évènement plausible (cylindre vert en équilibre stable), impossible (cylindre rouge qui devrait tomber)

La notion de *capacité* attentionnelle est double. Elle englobe à la fois la possibilité de mettre en jeu la fonction cognitive elle-même (dimension *qualité* et *intensité*), mais aussi une notion de *quantité* de ressource attentionnelle dont disposerait l'individu (dimension *quantitative*). En fonction de cette quantité d'attention nous pouvons prêter attention de façon plus ou moins intense et/ou prolongée. On montre que la quantité d'attention dont on dispose est variable d'un sujet à l'autre. Un peu comme si nous avions un "réservoir" attentionnel plus ou moins volumineux. Gérer en classe une tâche impliquant un recrutement prolongé de l'attention nécessitera une gestion ajustée de la consommation attentionnelle par l'élève au fil du temps. La consommation est fonction de la difficulté et du degré d'automatisation de la tâche en cours. De fait, la consommation attentionnelle des élèves est considérable en début de scolarité où tous les apprentissages sont nouveaux et sollicitent de façon considérables les ressources attentionnelles. Elle restera donc grandement dépendante de la gestion des temps-classe par l'enseignant.

Il existe des situations où l'attention est sollicitée automatiquement, de façon non consciente, par exemple en situation de réponse instantanée à un danger.

En classe, l'attention s'exerce le plus souvent sous contrôle volontaire. Elle est sollicitée explicitement par l'enseignant ou par la nature même de la tâche, nouvelle, ardue... Les premières années d'école, exigent d'excellentes capacités attentionnelles intrinsèques préalables. L'école devrait favoriser la gestion en temps réel de ce capital attentionnel. Ultérieurement les élèves apprennent à

gérer l'adéquation entre leurs capacités et la tâche demandée. Ils acquièrent une métacognition² sur leurs propres capacités et apprennent à gérer leur attention. Ils peuvent par exemple décider volontairement de ne plus porter attention lorsqu'ils estiment que leurs possibilités attentionnelles sont dépassées ou vont s'épuiser! Ils décrochent pour recharger leurs batteries.

L'attention, pour l'élève, consiste en une prise de décision : celle d'allouer l'essentiel de ses ressources cognitives pour répondre à la tâche demandée. Il le juge nécessaire et possible dans le contexte du moment c'est à dire en fonction de ses connaissances antérieures, concernant durée et difficulté prévisibles.

Trois grands types d'attention sont sollicités et requis en classe :

1. L'attention "focalisée" sur une tâche précise. Il s'agit d'effectuer un *tri* parmi toutes les informations disponibles en laissant de côté les distracteurs venant de l'environnement qui n'ont rien à voir avec la tâche en cours. C'est *l'attention qui sélectionne*.
En situation d'apprentissage, le concept d'attention focalisée renvoie à l'obligation de ne pas se laisser distraire. La focalisation s'effectue d'autant plus aisément que le sujet sait occulter les sollicitations parasites, non-pertinentes pour la tâche projetée. Ce rôle de filtre des stimulations de l'environnement (le téléphone qui sonne, le grand frère qui joue de la batterie, le coq qui chante, le ventre qui gargouille...) est très important. Cela revient non seulement à trier mais aussi à pondérer, véritablement hiérarchiser, les informations utiles parmi tous les stimuli qui nous parviennent en permanence par l'intermédiaire de nos organes des sens.

Pour traverser au passage piéton, à 17H00, dans le centre d'une grande ville, vous ne prêtez attention qu'à la couleur du petit bonhomme et aux éventuelles voitures circulant. Vous savez ne garder que les informations pertinentes pour arriver entier de l'autre côté! L'enseigne lumineuse qui clignote, la musique dans les haut-parleurs, l'odeur du pain qui émane de la boulangerie, votre petit dernier qui réclame son jeu vidéo... tout cela vous n'en tenez pas compte.

2. L'attention est dite "soutenue" quand elle doit se prolonger dans le temps. À l'école on appelle cette période une séquence, un temps-classe. L'attention est sollicitée dans la durée pour l'écoute d'une démonstration, la résolution de problème, le temps d'un contrôle... L'attention soutenue renvoie à la temporalité : c'est l'attention focalisée invitée à perdurer. Cette prolongation de la disponibilité attentionnelle est indispensable pour la tâche qu'on me demande ou dont j'ai le projet. Je dois focaliser mon esprit un temps donné. Ce temps nécessaire dépendra de ma forme, de ma disponibilité, de la familiarité et de la difficulté de la tâche en cours, de l'idée que j'ai de ma capacité à la résoudre ... Mon engagement dans la tâche peut être influencé par mon jugement de la durée de celle-ci. S'il s'avère erroné, il peut influencer un désinvestissement et favoriser une baisse d'attention.
Le lien avec la mémoire de travail et la mémoire à long terme est évident. La plupart du temps, l'apprenant est confronté à des données qu'il doit trier et qu'il doit garder en mémoire temporairement pour réaliser le travail intellectuel requis. Ses capacités en mémoire de travail doivent être suffisantes. Pour lui faciliter la tâche, il est bon de pouvoir aller chercher dans la mémoire définitive des données connues "par cœur" : les règles, les tables, les théorèmes, les

² Connaissance de l'individu sur ses propres connaissances

identités remarquables qui permettront de diminuer la charge attentionnelle et cognitive globale.

3. L'attention "divisée" est celle qui doit s'exercer quand deux tâches distinctes et/ou deux stimuli différents doivent être traités en même temps : écouter et écrire par exemple.

En situation-classe, on est très souvent amené à faire deux tâches à la fois et nombre de tâches demandent la mise en œuvre simultanée de sous-compétences. Si certaines des capacités indispensables pour ce faire ne sont pas bien automatisées, la contrainte en gestion des ressources attentionnelles est maximale. D'autant plus si l'apprentissage est nouveau, la tâche inhabituelle. L'attention partagée renvoie à la notion de possibilité d'être attentif à deux (ou plusieurs) choses à la fois, mais en pratique, quand deux ou plusieurs traitements cognitifs doivent s'exercer simultanément, il est incontournable que l'un des deux soit automatisé. Repérer des villes sur une carte de géographie et mémoriser leurs patronymes énoncés par le professeur sollicite les entrées visuelles (reconnaître le pictogramme qui désigne les villes), visuospatiales (les situer sur la carte), verbale (écouter leurs noms prononcés), graphomotrices (s'il faut écrire leurs noms)...

On a prouvé qu'une tâche conceptuelle d'élaboration ou de réflexion ne peut s'exercer durablement et sans fatigue que si, et seulement si, les fonctions cognitives et les outils nécessaires pour la réaliser sont bien automatisés.

Rédiger une dissertation réclame de classer ses idées, de réfléchir à un plan préalable, et donc d'être à l'aise avec la calligraphie et la langue écrite française...

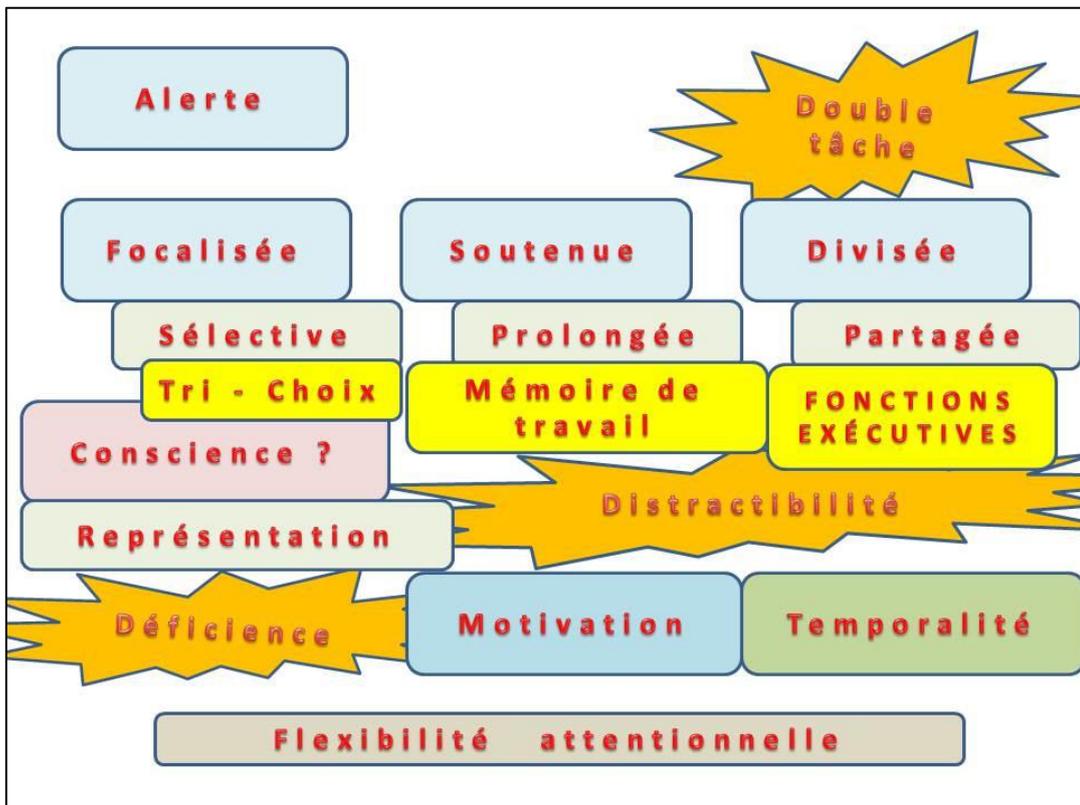


Réservoir attentionnel : la notion de capacité/consommation attentionnelle peut être illustrée par la gestion d'un déplacement de longue durée en automobile. La consommation de carburant variera avec le type de trajet et le mode de conduite. Le temps total de conduite dépendra des pauses éventuelles. Une fuite au réservoir aura des conséquences très variables selon la quantité de perte de carburant... En situation d'apprentissage, chaque élève possède sa propre capacité attentionnelle (*contenance du réservoir*), influencée par une éventuelle distractibilité (*fuite*, elle-même variable), et la *consommation* est directement lié au type de tâche et à la *conduite* de tâche (nouveau, double-tâche...). Enfin plus la tâche est difficile et/ou l'enfant jeune, plus il faudra ménager des *pauses*.

NB : Les tests d'attention reposent toujours sur un support (on ne peut tester l'attention en soi) l'attention est naturellement influencée par la tâche en cours et les sous-tâches que celle-ci requiert.

Parler de trouble de l'attention à partir d'un test exige d'avoir préalablement vérifié que la tâche demandée est conceptuellement accessible et que les outils cognitifs ou scolaire qu'elle exige sont suffisamment automatisés.

C'est pourquoi il n'y a pas d'attention focalisable sur une notion totalement étrangère, pas d'attention divisée possible en situation de double-tâche, pas de possibilité d'attention soutenue pour une situation problème complexe imposant une bonne capacité de mémoire de travail si celle-ci fait défaut...



Organisation complexe des fonctions attentionnelles.

4.2. LES FONCTIONS EXÉCUTIVES.

"Le système exécutif détermine quel comportement adopter et quels processus cognitifs mettre en jeu, face à telle ou telle situation. J.P. LACHAUX. Le cerveau attentif. Odile JACOB. Mars 2011, p.226

À la question, y a-t-il un pilote dans l'avion, plus exactement y a-t-il un chef d'orchestre dans le cerveau, la réponse est oui : ce sont les fonctions exécutives! Elles coordonnent, organisent, gèrent l'ensemble des fonctions cognitives mises en jeu lors d'une tâche. Ce sont l'ensemble des processus qui sous-tendent la planification, la supervision et l'exécution des comportements volontaires, dirigés vers un but. Ces fonctions optimisent le fonctionnement cérébral en situation de tâches nouvelles, inhabituelles, d'apprentissage. Atteindre son but par le chemin le plus efficace, le plus court, le moins coûteux sans se laisser piéger par ses habitudes voilà leur feuille de route. Démarrer quand il faut, s'arrêter quand on a terminé sont sous dépendance d'une planification exécutive.

Ces fonctions cérébrales dites hiérarchiquement supérieures ou bien transversales, ou encore intégratrices, permettent de gérer la mise en route, les stratégies d'action, l'adaptation en cours de tâche (flexibilité mentale), l'arrêt. Elles sont d'autant plus sollicitées que la tâche est non routinière. Activités globales de planification sous contrôle conscient, elles permettent de sélectionner ce qui est pertinent pour la tâche projetée. Ce sont des fonctions multiformes corrélées à la motivation du sujet vers le but à atteindre, aux ressources attentionnelles, à la remise à jour de la mémoire de travail, à la capacité d'adaptation dans le sens de l'inhibition des procédures routinières, habituellement utilisées de façon automatique... On les qualifie aussi de "*contrôle exécutif*".

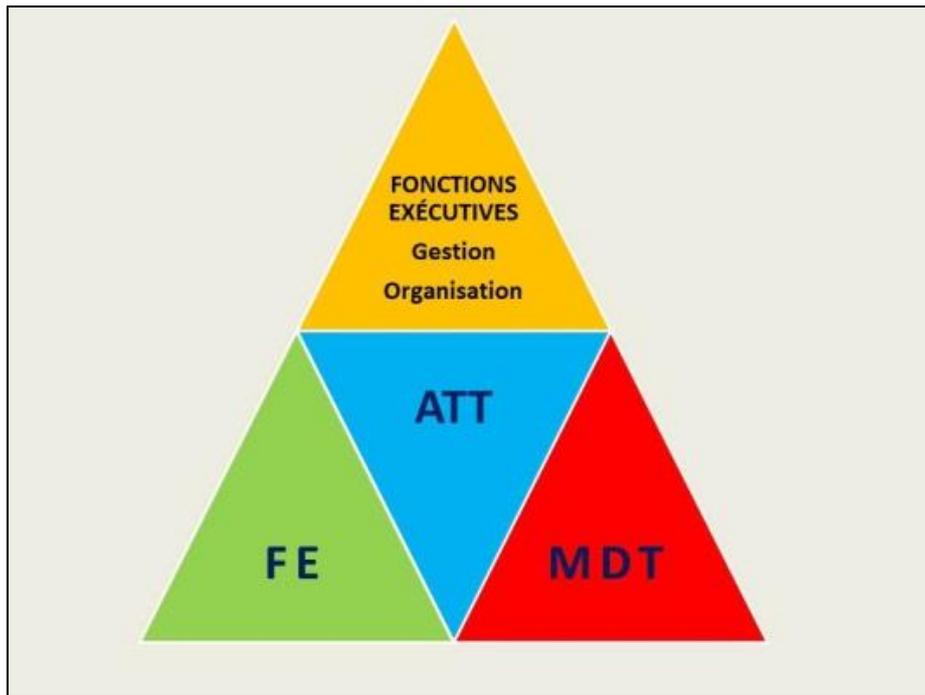
Beaucoup d'auteurs placent au centre du concept de fonctions exécutives la notion d'inhibition, dans le sens de stopper la mise en œuvre prépondérante (automatique?) des procédures antérieurement utilisées, sur-apprises. L'élève doit inhiber un type de réponse qui s'impose à lui parce qu'il perçoit que c'est n'est pas (plus) adéquat pour l'avancement et la réussite du but projeté.

Dans la vie de tous les jours, les automobilistes freinent en cas d'obstacle. Par temps de verglas, ils doivent inhiber cet apprentissage pour ne pas bloquer les roues et glisser, incapables alors d'immobiliser rapidement leur véhicule!

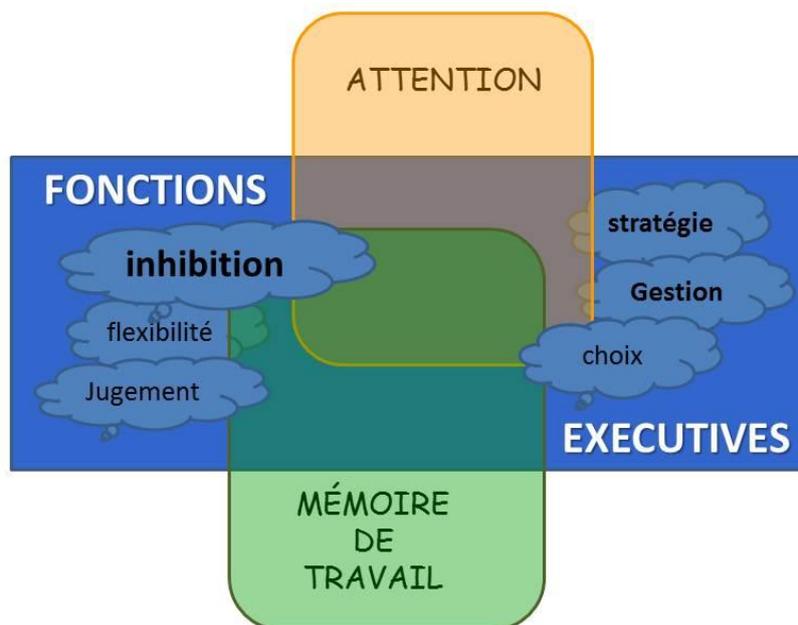
Les fonctions exécutives mesurent la non-congruence entre ce que l'on sait faire habituellement et ce qu'il convient de faire, ici et maintenant, pour cette tâche précise, en inhibant la prépondérance de cette habitude.

On mesure le caractère conscient et coûteux de telles fonctions de *supervision permanente*.

L'élève en situation-classe, l'enfant en situation d'apprentissage donc de nouveauté, doit contrôler et gérer tous les outils à son service pour optimiser ses performances. Le coût cognitif inhérent à leur mise en œuvre doit être acceptable. Avec l'expérience ce coût deviendra minimal permettant à l'apprenant de consacrer l'essentiel de ses ressources cognitives aux activités conceptuelles et raisonnementales. Gérer efficacement ses ressources cognitives en situation de travail scolaire en temps réel est le rôle dévolu aux fonctions exécutives. En ce sens les fonctions exécutives sont également une instance de régulation et de décision.



Les fonctions de planification (organisation et gestion) reposent sur le travail coordonné des fonctions attentionnelles, exécutives et de la mémoire de travail.



4.3. MÉMOIRE DE TRAVAIL

En anglais : "*Working Memory*", littéralement *mémoire qui travaille, mémoire en train de travailler...*

Si certains aspects de cette compétence fondamentale pour l'efficacité de nos traitements cérébraux intéressent véritablement la mémoire, il ne s'agit pas vraiment (seulement?) de mémoire au sens strict. Au sein des fonctions mnésiques, la mémoire de travail constitue une capacité cognitive particulière et très utile.

La mise en jeu de la mémoire de travail s'exerce quand une activité réclame la rétention provisoire d'éléments le temps d'effectuer un travail intellectuel sur ces mêmes éléments. La capacité toute particulière de la mémoire de travail est donc de permettre de réaliser un travail intellectuel sur des données stockées transitoirement. C'est véritablement de la *mémoire vive* mise à disposition des autres fonctions intellectuelles!

L'efficacité de la mémoire de travail réclame d'excellentes capacités attentionnelles préalables et une bonne gestion de son utilisation car il s'agit d'une ressource limitée, variable selon les individus.

Prenons l'exemple d'un calcul mental : *5 plus 4 plus 5 plus 6 divisé par 2!* Les éléments nous parviennent de façon sérielle, c'est à dire les uns après les autres. Il faut les retenir pendant le laps de temps nécessaire les cinq chiffres. Mais il faut également mémoriser les quatre consignes d'opération successives : trois additions puis une division. Diverses modalités de résolution plus ou moins économes peuvent être mises en jeu.

L'élève peut se servir de ses doigts.

Il peut opérer sur les nombres de façon strictement séquentielle en ajoutant le résultat de la première addition au suivant et ainsi de suite $(5+4) + 5...$

Il peut se représenter des collections : $\bullet\bullet\bullet\bullet + \bullet\bullet\bullet\bullet$ et les compter dans sa tête.

Certains vont visualiser un *double* $(5+5 = 10)$ et un *complément à dix* $(6+4 = 10)$, donc un autre double $(10+10 = 20)$ facile à diviser par 2 = 10. Retrouver ainsi en mémoire à long terme les résultats de faits numériques connus par cœur s'avère éventuellement plus rapide mais surtout moins coûteux sur le plan cognitif!

Bref, autant de modalités opératoires que d'élèves!

Beaucoup d'activités mentales et de situations scolaires vont ainsi faire appel à une mémoire transitoire, du seul fait qu'elles se prolongent temporellement, que le travail cognitif porte sur des informations qui arrivent au sujet successivement, s'étalant donc sur quelques secondes.

La mémoire de travail permet aussi de coordonner des éléments qui peuvent être dissociés dans le temps. En effet le travail en temps réel sur des données peut intervenir à partir d'informations stockées en mémoire à court terme (dans une séquence de travail en classe) mais aussi à partir d'informations stockées en mémoire à long terme. Elles sont alors remémorées pour être exploitées au moment où une tâche l'exige.

En fin de semaine un vendeur fait le point. Le lundi il vend 5 voitures, 4 le mardi, 5 le mercredi et le jeudi 6. S'il perçoit une commission fixe sur la moitié des ventes, il doit effectuer le même travail de calcul mental que notre élève!

L'opération mentale qui consiste à satisfaire à un contrôle le vendredi à partir de notions vues les quatre premiers jours de la semaine sollicite aussi la mémoire de travail (cf. infra *buffer épisodique*).

Pour alimenter ce traitement cognitif particulier on a mis en évidence (A. BADDELEY, 1986) que les individus ont à leur disposition :

- un système d'autorépétition verbale (je dois acheter 5 carottes, 4 navets, 5 pommes de terre et 6 poireaux, *litanie* répétée en boucle dite *phonologique* ou encore *articulatoire*)
- un *calepin spatial* (pour aller chez Jean je suis le chemin suivant étape par étape : $\uparrow \leftarrow \rightarrow$). Je le visualise et je garde cette séquence visuelle comme une *image mentale*. Rapidement, vers 6-8 ans on remarque que la plupart des élèves recodent ces informations verbalement en se répétant tout droit, à gauche puis à droite.
- un "*buffer*" *épisodique*, mémoire *tampon* qui permet de rappeler à la conscience des éléments stockés en mémoire à long terme et d'alimenter ainsi la tâche en cours (A. BADDELEY, 2000).

La gestion et la coordination de ces systèmes se fait sous l'influence d'un *administrateur central*, assimilable à la partie des fonctions exécutives dédiée à la gestion de la mémoire de travail.

Le problème sera de gérer l'encombrement des informations entrant dans un système qui n'est pas extensible afin d'éviter sa saturation. La capacité de garder des éléments "actifs" en mémoire est limitée et variable selon les individus :

- la capacité de la mémoire immédiate verbale, le nombre d'éléments que l'on peut stocker passivement (sans effectuer de travail sur ces éléments) est de 7 ± 2 . Cela est affecté par la *longueur articulatoire* du mot *six* (*une syllabe*), *versus quatre-vingt-dix-huit* (*5 syllabes*) ou bien par un effet de similarité *six/dix*, *soixante-six/soixante-dix*). Il est plus facile de mémoriser des mots courts et des mots bien différenciés dans leur forme sonore.
- en modalité verbale, le nombre d'items pouvant être stockés temporairement en mémoire de travail est en moyenne de $5,5 \pm 1,5$ soit de 4 à 7 items.

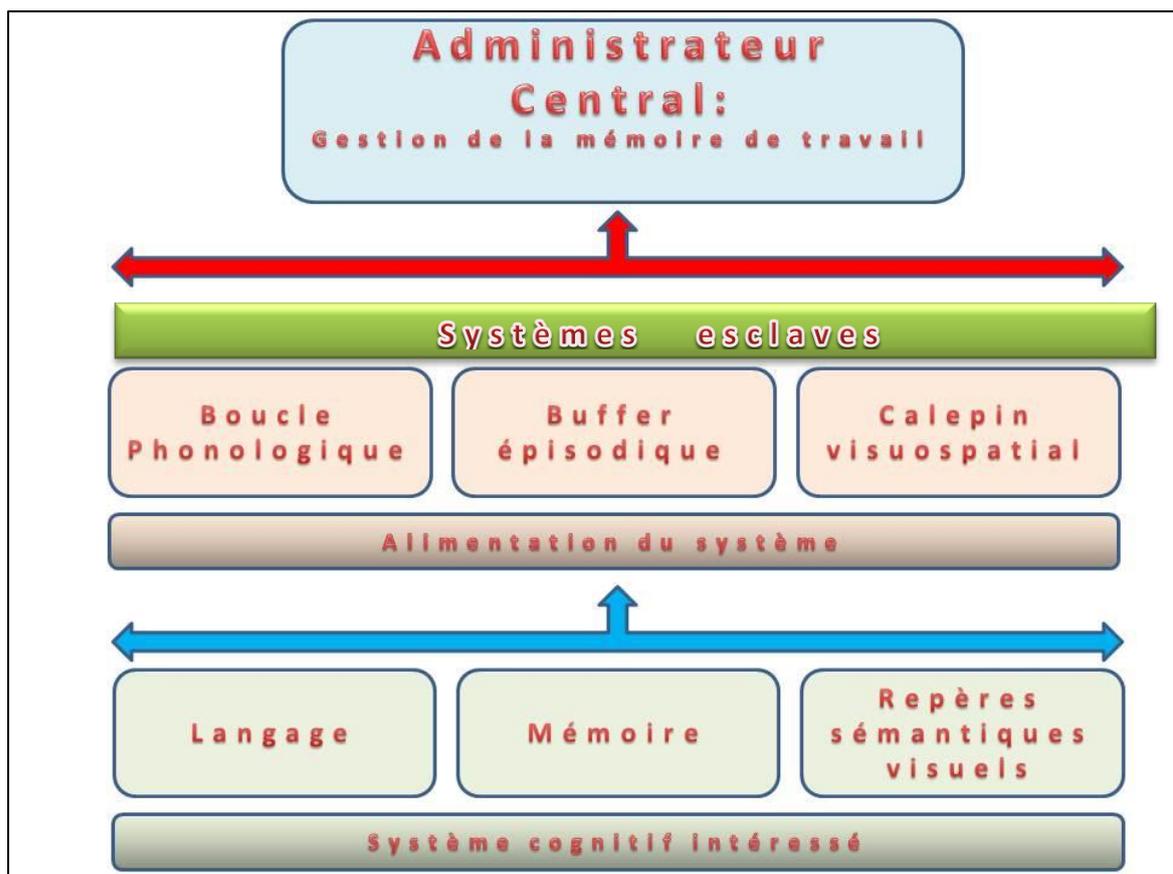
Une tâche de traduction simultanée (écouter-traduire-continuer d'écouter-traduire de nouveau) permet de concevoir aisément cette obligation permanente de *vider* la mémoire de travail pour pouvoir la *re-remplir*, exploiter de nouvelles données et ainsi de suite quand la tâche se prolonge. Cette capacité est contrôlée par l'*administrateur central*, partie intégrante des fonctions exécutives.

Le système sera d'autant plus facilement saturé que les sous-tâches mises en jeu feront intervenir des outils scolaires ou des fonctions cognitives (encore) perfectibles qui seront elles-mêmes consommatrices de mémoire de travail.

Très souvent, l'élève, dans le déroulement d'un cours, d'un exercice, pour construire pas à pas une démonstration ou étayer dans la durée une dissertation met en jeu des données ou des acquis réactualisés dans l'instant par nécessité. Il remplit de manière sérielle sa mémoire de travail, la vide quand elle sature, la remplit de nouveau, tant qu'il doit poursuivre.

C'est un peu comme un jongleur qui parvient à jongler avec 4 balles. Si une nouvelle balle lui est lancée, il doit en laisser tomber une pour inclure la nouvelle dans son jonglage. Celui qui a la capacité de jongler avec 5 balles n'a pas besoin de le faire!

Les capacités en mémoire de travail progressent régulièrement au cours du temps. La progression de l'empan de restitution à rebours de chiffres entre 6 et 16 ans est lente mais constante. De façon indicative : **6 ans** : 2,5 / **8 ans** : 3,5 / **10 ans** : 4 / **13 ans** : 4,5 / **16 ans** : il atteint le niveau des adultes $5,5 \pm 1,5$.

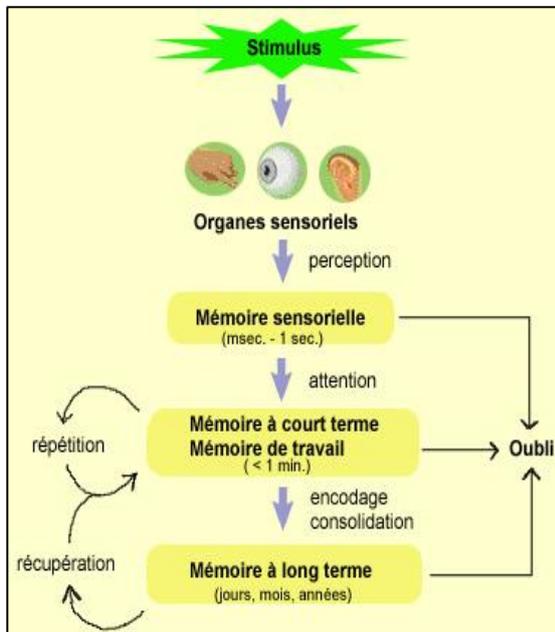


Le fonctionnement de la mémoire de travail.

Chapitre 5. LES MEMOIRES (Stockages)

L'intelligence au sens de la culture et de la connaissance c'est de la mémoire. A. LIEURY, *Mémoires et réussite scolaire*, DUNOD, 1997.

Mémoriser des données, est une activité cognitive **complexe**.



C'est pouvoir les

- **capter** : étape attentionnelle
- **reconnaître** : étape sensorielle perceptive
- **retenir** : mémorisation à court terme
- **répéter** : étape d'apprentissage
- **fixer** : stockage définitif fiable
- les **retrouver** à dessein : récupération

Si cela est impossible, il faut **reprendre l'apprentissage**.

Si, malgré cette reprise c'est toujours impossible, il faudra mesurer l'aide apportées par des **indices** à la récupération.

Fonctionnement de la mémoire. Site : le cerveau à tous les niveaux. (<http://lecerveau.mcgill.ca/>)

Il n'existe pas "une" mémoire mais **des** mémoires, différents *systèmes mnésiques*.

Les mémoires *transitoires* ou à *court terme* gèrent des souvenirs qui ne sont pas fixés définitivement en mémoire à long terme. La mémoire immédiate est dite *sensorielle*, sorte d'instantané, perception fugace (quelques millisecondes) de données sensorielles (sons, images, odeurs...). Elle est très dépendante de l'attention. C'est un sas d'entrée pour les mémorisations ultérieures. Mémoire à **très** court terme elle permet de stocker quelques secondes passivement des éléments (on l'a vu, en moyenne 7 ± 2 pour le verbal, un petit peu plus pour le visuel).

La *mémoire de travail* étant un processus plus complexe permettant d'effectuer un traitement sur ces données stockées transitoirement (voir chap. 4.3)

La mémoire à *long terme* représente le lieu, la forme et la trace d'éléments engrammés cérébralement définitivement. Il apparaît qu'au moment de l'encodage, les aspects contextuels et/ou affectifs, aident à la mémorisation ce qui explique que certains items très prégnants puissent être directement et définitivement stockés sans passer par une étape de mémorisation à court terme. Le contexte au moment de l'apprentissage est un gage d'une mémorisation plus aisée, ce de nombreux pédagogues mettent en pratique en cours par *l'exemple qui frappe les esprits*.

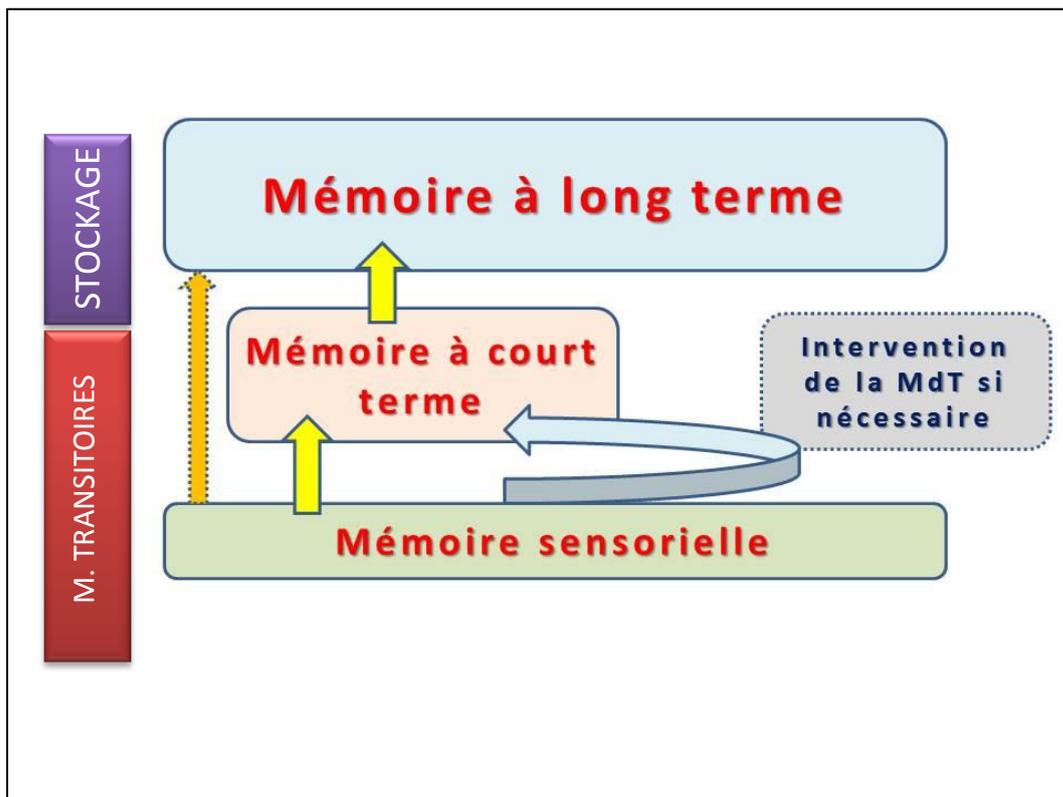
À contrario, la mémorisation d'éléments proches, redondants, incitant à des interférences, est plus délicate, le cerveau s'emmêle les pédales. C'est le cas des tables de multiplication!

En situation scolaire, l'arrivée de nouvelles connaissances à mémoriser se construisant à partir de plus anciennes, ou obligeant à les effacer, rend compte de deux types d'oublis. Les nouveautés tendent à effacer les souvenirs plus anciens ou inversement ceux-ci peuvent empêcher une bonne mémorisation des faits nouveaux. Faire un séjour prolongé dans un pays désapprend la langue maternelle mais garder en mémoire que le **C** sur les robinets en France indique *chaud* est source de désagréments en Angleterre où il désigne *cold*!

Parfois la mémorisation à long terme est efficace mais c'est accéder aux données qui pose problème. On ne retrouve plus le chemin qui mène à ce que l'on a mémorisé. Dans ce cas donner des indices permet la plupart du temps d'aider le sujet à retrouver ce qu'il sait.

Certains sujets vont encoder, stocker et restituer plus aisément des informations verbales et d'autres des informations visuelles ou visuospatiales.

Il existe une grande variété de fonctionnement mnésique.



Les "chemins" de la mémorisation.

Chapitre 6. LA COGNITION SOCIALE.

La cognition sociale désigne l'ensemble des compétences et des expériences cognitives et émotionnelles qui régissent les relations et rendent compte des comportements de l'être humain avec son entourage familial et social. R. GIL. *Neuropsychologie* 5^{ème} édition. MASSON. 2010. Page 355.

L'élève apprenant en intégrant la Maternelle rencontre un nouvel environnement collectif parfois jusqu'à 30 élèves. Il découvre les contraintes inhérentes au fonctionnement de la classe. L'enseignant est là pour guider, organiser, orchestrer. Les interactions sociales deviennent nombreuses et les règles qui les gouvernent sont loin d'être toutes explicitées par les adultes.

Une cognition sociale de qualité est indispensable aux élèves en situation d'apprentissage. Posséder de bonnes capacités dans ce domaine permet de donner un sens aux comportements sociaux et de les prévoir, de donner un sens à la communication, de comprendre les intentions communicatives de l'autre, différent de soi....

De nombreuses pistes de recherche ont enrichi notre compréhension de ces notions. On peut citer la reconnaissance du rôle des émotions dans la prise des décisions, la découverte des neurones miroirs³, la notion de "théorie de l'esprit"⁴...

Il est probable que ce que l'on pourrait également nommer une *forme de savoir-être ensemble en se comprenant*, repose sur des réseaux neuronaux complexes que l'on commence seulement à appréhender.

L'élève doit savoir décoder d'innombrables signaux, verbaux et non-verbaux, qui participent à une compréhension fine de ce qui se joue, de ce que l'on attend de lui. Cela est indispensable pour s'intégrer, participer et interagir en classe et à la récréation, avec ses pairs et avec les enseignants. La conscience de soi, la capacité à prendre des décisions, le savoir social, la connaissance des jugements moraux (incluant la perception des comportements antisociaux), les capacités de séparation-individuation... sont des exemples de ces compétences nécessaires pour pouvoir, s'écouter, entrer en relation avec autrui, se poser comme sujet désireux d'apprendre, être capable d'accéder au statut d'élève.

Les troubles graves de la cognition sociale sont retrouvés dans les TED⁵. Ils se rencontrent chez un certain nombre d'élèves présentant des troubles spécifiques des apprentissages (TSA), mais l'intensité du trouble de cognition sociale, variable, n'atteint pas celle retrouvée dans les TED. S'ils ne sont pas "envahissants", ces désordres interfèrent cependant de façon importante dans la vie de relation, sociale, affective et peuvent entrer en ligne de compte dans le pronostic scolaire des élèves.

On peut citer par exemple les troubles de la reconnaissance des émotions faciales qui confinent l'enfant à mal décoder la mimique des enseignants ou de ses pairs, ce qui peut gêner considérablement la scolarité.

³ Les neurones miroirs désignent une catégorie de neurones du cerveau qui présentent une activité aussi bien lorsqu'un individu exécute une action que lorsqu'il observe un autre individu exécuter la même action, d'où le terme miroir.

⁴ Capacité à comprendre les états mentaux d'autrui.

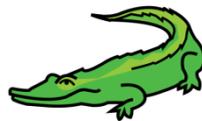
⁵ Les troubles envahissants du développement (TED) ont en commun une association de symptômes qui incluent des troubles de la communication verbale et non-verbale, des troubles des relations sociales, des centres d'intérêts restreints et/ou des conduites répétitives. Ces troubles présentent un polymorphisme clinique important, mais les troubles de la communication et de la socialisation envahissent tous les aspects de la vie de l'enfant. L'autisme ne représente qu'une catégorie clinique plus différenciée (au sens de l'autisme de Kanner).

CHAPITRE 7. EXEMPLES

Arrêtons-nous un instant sur trois situations qui vont nous permettre de visualiser comment des situations d'apprentissages en apparence simples mettent en jeu les différents outils cérébraux qui permettent de traiter l'information.

7.1. TÂCHE de DÉNOMINATION.

Vous êtes-vous déjà demandé quelles étaient les étapes qui permettent à un élève de prononcer le mot *nommant* l'image qui est lui est présentée par l'enseignant?



Quelle apparente facilité que de prononcer "crocodile" quand on montre, même très brièvement, une image prototypique de crocodile. Savez-vous qu'il faudra environ une demi-seconde à cet élève pour réaliser ce petit prodige? Car c'en est un!

Maintenant que vous êtes familiarisés avec les outils à sa disposition pour ce faire, voyons en les étapes principales.

1. Une première étape de re-connaissance qui est perceptive.
Avant cela le signal lumineux a traversé des yeux performants (en tant qu'appareil photo), puis capté par la rétine, il emprunte les "voies optiques" pour rejoindre les différentes aires du cortex visuel.
Des traits élémentaires sont analysés automatiquement, un traitement local des détails, un traitement global de la forme, du contexte, du mouvement (s'il s'agit d'une image animée), bref un traitement perceptif permet de comparer toutes les données de l'image avec l'ensemble des images que le cerveau a antérieurement mémorisées.
2. Le résultat de ce travail est de faire entrer ce décodage dans un cadre sémantique plausible. Animal. Grand. Couvert d'écailles. Grande gueule. Grandes dents. Grande queue qui lui sert de propulseur lorsqu'il nage... Milieu aquatique...
3. Il faut maintenant trouver le mot correspondant dans notre lexique. Peu d'entre vous connaît la famille des Crocodylidae. D'ailleurs ça n'a aucune importance, crocodiles, caïmans et alligators sont les seuls représentants de ce règne animal. Différencier un mammifère d'un autre, un poisson parmi les poissons, est plus difficile. On peut reconnaître une vache mais ne pas trop être capable de distinguer une Maine-Anjou d'une Normande! Mais en revanche si "*le nom ne vous vient pas*", si vous l'avez "*sur le bout de la langue*", peut-être que le crocodile du logo de la marque Lacoste™ peut vous aider à le retrouver! Cette étape associative sémantique et lexicale est donc forcément mnésique et influencée par le contexte. Elle permet de retrouver le mot en bout de chaîne de la voie du "*quoi*", le mot qui nomme l'image.
4. Donner la réponse implique de prononcer correctement le mot est met en jeu :
 - la programmation "phonologique" correcte de la séquence des sons : *cro-co-dile* n'est pas *co-cro-dile*.

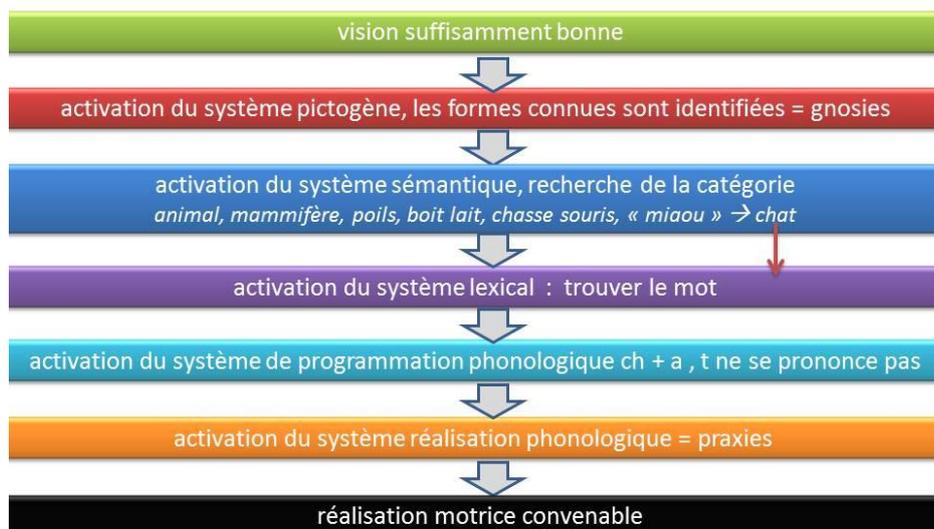
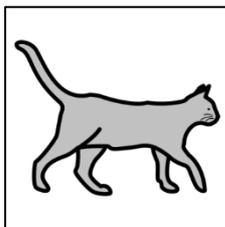
- la production phonologique de chacun des sons : *cro-co-dile* n'est pas *tro-co-til*.
- l'intégrité des effecteurs moteurs nécessaire à l'émission physique des sons (muscles, cordes vocales et la respiration).

Quelle performance! Que d'étapes! Que de possibilité d'accrocs, de couacs, de pannes, d'arrêts, d'hésitations dans cette cascade de traitements pour ce simple petit exercice répété des centaines de fois en primaire. Il requiert des organes des sens indemnes, des aires cérébrales intègres, des réseaux neuronaux fonctionnels, une mémoire d'éléphant, un accès au lexique sans faille...

Solliciter ce traitement cognitif (sémantique et lexical) à partir d'une entrée visuelle (une image) en sollicitant une réponse verbale (prononcer le mot) contraint l'encéphale à passer d'un niveau de traitement à un autre (entrée visuelle → sortie verbale). Cela constitue une entreprise périlleuse que l'on retrouve dans l'acte de lire, la lecture consistant à prendre des indices visuels pour recréer du langage. Ceci est parfois difficile d'accès, c'est ce que nous allons illustrer au sous-chapitre suivant.

Épreuve de dénomination : quel est cet animal?

Pour Laurent COHEN (L'homme thermomètre, Odile JACOB, 2008, p.168) : "Entre l'image qui rentre par nos yeux et le son qui sort de la bouche, l'information est analysée par le système visuel, ce qui permet d'accéder à toutes les connaissances, puis finalement au mot. Une panne survenant à l'un de ces trois niveaux peut empêcher une dénomination normale".



7.2. LECTURE.

Garder une trace écrite du langage est une invention humaine récente. Lire est un acte complexe, non prévu par l'Évolution. Le cerveau a dû composer avec les contraintes inhérentes à l'acte de lire. Cette activité intellectuelle, parfaitement automatisée chez le lecteur expert, nécessite un apprentissage de la part des adultes dans un lieu dédié : l'école. Elle met en jeu plusieurs sous-tâches cognitives :

- la saisie visuelle des signes qui représentent le langage : les lettres ou groupes de lettres constituant les mots
- la mise en correspondance de ces signes ou groupe des signes avec leur équivalent phonologique, le son qui est associé aux lettres (transcodage écrit→oral)
- l'accès à la signification des mots et des phrases, c'est à dire la mobilisation de ses connaissances préalables sur la langue
- la mémorisation en temps réel des informations (vocabulaire, liens grammaticaux...) contenues dans le texte pour en saisir le sens...

En résumé lire est une activité contrôlée : décoder → transcoder → comparer → comprendre...

Pour l'enfant apprenant lecteur, c'est bien l'obligation de devoir coordonner plusieurs traitements cognitifs dans un même temps, qui explique la lenteur d'acquisition et d'automatisation. Chacune de ces différentes sous-tâches doit en effet être suffisamment automatisées pour que la lecture devienne fluide avec un accès au sens sans effort. La lecture courante permettant de lire de vraies histoires et d'en comprendre le sens, doit être acquise en fin de CE. La vitesse de lecture, reflet de son automatisation, continue de progresser même au collège. Le laboratoire Cogniscience (Grenoble) a mis en ligne un outil d'évaluation de la lecture en fluence (E.L.FE). La progression du nombre de mots correctement lus, à partir de la lecture du même texte du CE1 à la 5^{ème}, est constante.

Étalonnages en nombre de Mots Correctement Lus par Minute = MCLM

"MONSIEUR PETIT"

	CE 1	CE 2	CM 1	CM 2	6 ^e	5 ^e
moyenne	68	95	116	137	141	154
écart-type	28	26	33	31	32	32

L'acte de lire fait donc intervenir :

- La fonction gnosique visuelle : reconnaissance des lettres, voire d'un groupe de lettres associés à un son (comme *ch*) et l'analyse de leur suite sérielle,
- Les habiletés phonologiques, fonction gnosique verbale propre aux sons (reconnaitre les sons de la langue)
- Les traitements métaphonologiques propre à la langue (par exemple, dans le continuum ininterrompu du langage oral, l'enfant doit séquencer chacun des mots, repérer les différents unités sonores : syllabes, morphèmes, pré et suffixes...). *Le Vendée-globe ce n'est pas le vent des globes!*
- Un traitement visuel du mot. Le lecteur débutant apprend à combiner les lettres (b-a → ba), reconnaître les groupes de lettres (tre, cre...) et les sons complexes (ail, oil...) Progressivement l'automatisation des mots courants amène le lecteur à photographier le mot qui n'a plus alors à

être décortiqué. Le mot est traité à la volée selon un mode dit global ou orthographique par la voie dite d'adressage : [crocodile].

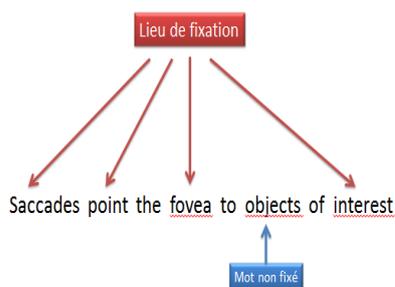
Cette voie rapide de lecture s'oppose à la voie d'assemblage utilisé par le lecteur apprenant : [cro - co - dile]. À noter que les mots irréguliers (femme, monsieur, chorale, paon...) ne peuvent être traités que par la voie d'adressage ce qui impose leur mémorisation. Inversement, les mots nouveaux imposent à l'expert de revenir temporairement à la lecture par assemblage. Les deux voies de la lecture, la combinatoire et la lecture globale des mots se complètent et sont utilisées automatiquement en fonction des mots rencontrés.

La photographie des mots semble différente selon leurs caractéristiques propres. Le lecteur aguerri recherche (inconsciemment) les marques caractéristiques du mot qui peuvent être la syllabe, le morphème⁶, des traits saillants...

- L'attention visuelle rapportée aux mots pourrait être comparée à une sorte de fenêtre variable selon les individus permettant de saisir plus ou moins de signes (lettres). Cette fenêtre visuo-attentionnelle large : [rhododendron], ou bien restreinte : rhod[oden]dron, impose un travail plus ou moins intense, donc plus ou moins coûteux, de décodage des mots.
- L'aspect neuro visuel, le contrôle oculomoteur sont prégnants lorsque, dépassant le stade du mot, le lecteur s'attaque à la lecture de textes. L'œil perçoit un signe, le cerveau l'identifie comme une écriture conforme aux règles de la langue française. Le sens de l'écriture (de la gauche vers la droite) étant automatisé, le regard se place automatiquement en début de phrase. Nous anticipons la longueur des mots et déplaçons le focus attentionnel plutôt vers la partie gauche des mots longs. Lors de chacune des fixations des séquences de lettres sont analysées, identifiées et comparées au stock de candidats-mots plausibles. Dans le même temps de fixation visuelle de parties pertinentes du mot, l'attention visuelle est également dirigée automatiquement vers une autre partie saillante d'un autre mot suffisamment proche pour que le sujet puisse progresser dans l'appréhension du sens. Cette cible potentielle validée, le sujet déclenche une saccade oculomotrice, mouvement balistique calibré qui permet d'aller du mot en cours de validation au mot en cours de sélection (en tant que lieu de la nouvelle fixation). Et ainsi de suite...



En même temps que l'élève apprend à lire ses yeux apprennent à se déplacer pour optimiser l'acte de lire. C'est indispensable pour allier vitesse et efficacité.



Certains mots sont reconnus sans fixation (*objects* dans l'exemple ci-dessus). L.Sparrow. Lecture & Mouvements oculaires. Licence – UE3/UE4. Année 2006-2007. Psychologie Cognitive. Lille.

⁶ La plus petite unité porteuse de sens qu'il soit possible d'isoler dans un énoncé.

Voici 2 exemples cliniques pour illustrer l'importance des stratégies de regard en lecture :

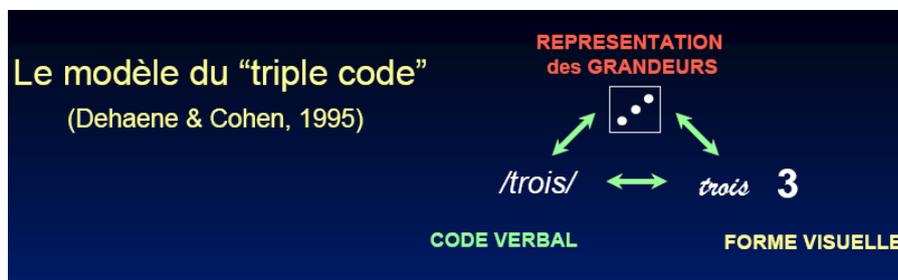
- L'élève saute une ligne, il passe de *Le corbeau sur un arbre perché* à *le renard par l'odeur alléché...* : perte d'information :
- L'enfant débute le mot **cor**-beau, ses yeux "sautent" au milieu du mot (après cor) directement au milieu du mot fro-**mage**. Il lit : *cor-mage...*
- NB. on peut retrouver ces saut lors de la copie : l'élève réalisant alors l'écriture e textes sans suite (en cas de sauts de lignes) ou de mots dits "amalgamés" (saut des yeux au milieu des mots : *croco-dendron*).

7.3. HABLETES NUMERIQUES.

Elles commencent avec l'estimation des petites quantités, capacité innée présente à la naissance et qui se développe chez le tout-petit.

Le nom des nombres et leur écriture, notions abstraites, intervient graduellement, d'abord avec l'entourage dans les activités de la vie quotidienne puis de façon obligatoire en classe où sont abordés les aspects symboliques du nombre, par exemple les aspects ordinaux et cardinaux. On passe donc d'un "sens du nombre" approximatif permettant d'estimer et de comparer des quantités, à la possibilité de quantifier exactement des grandeurs, des surfaces, des volumes et de faire des opérations précises dessus. Affecter un nombre à une collection, qualifier la quantité, est quelque chose de conceptuel.

Si l'on se réfère au modèle du "triple code" proposé par Dehaene et Cohen, la représentation analogique, concrète, du nombre d'éléments perceptibles (visuellement, auditivement, tactilement) est en avance sur l'aspect symbolique (le codage de ces "quantités") qui interviendra ultérieurement via les mots-nombres et les chiffres arabe).



Les enfants savent très tôt, dès l'émergence du langage, associer des qualificatifs aux propriétés physiques des objets de leur environnement. Rapidement ils maîtrisent les couleurs ou bien les notions de grand et petit. Ils sauront très vite qu'il existe des petits éléphants et des grandes souris! Mais le lexique des nombres, la litanie des "mots-nombres", les étiquettes collées aux choses pour en déterminer exactement la quantité va mettre plusieurs années à s'installer. Il semble que le cerveau humain ne soit pas bien équipé pour ce faire. Il est admis⁷ qu'un module cérébral archaïque préexiste dans le cerveau humain permettant de traiter de toutes petites quantités pour en repérer le cardinal sans comptage (le subitizing, qui fonctionne jusqu'à 3 éléments). Au-delà, à partir de 4 éléments, de comparer des collections d'objets. Dans certaines langues primitives n'existent que les termes *un*, *deux* et un troisième vocable qui désigne "*plus de deux*". Car compter, dénombrer, qualifier exactement le *nombre de* ne s'avère nécessaire qu'avec l'avènement d'un monde moderne. Une longue évolution a permis aux hommes de passer de repères physiques (encoches, cailloux...) pour compter (le bétail, les biens...) aux nombres représentés par des chiffres en base 10⁸.

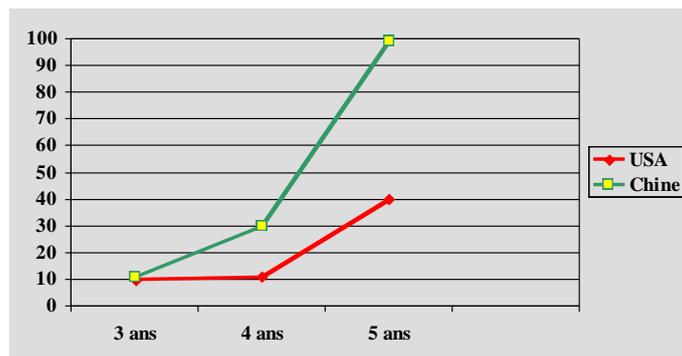
Mémoriser le lexique des mots-nombres avec tous les irréguliers propres à chaque langue est difficile pour tous les enfants. Un système régulier, transparent, faisant coïncider chaque mot-nombre avec les codes qui les représentent sans aucune ambiguïté fait gagner du temps aux élèves. Voici comment les chinois nomment les nombres et l'impact de la simplicité du lexique propre aux nombres sur leur mémorisation (comparée à une langue, l'anglais, où la correspondance est moins évidente) :

⁷ S. DEHAENE, La bosse des maths O. JACOB. 2010.

⁸ C. MELJAC. Qui donc a inventé les mathématiques. Les éditions du petit A.N.A.E. 2011.

Exemples d'expressions numériques en Anglais, Chinois et Français :

	Français	Anglais	Chinois
1	un, une	one	yi
2	deux	two	er
3	trois	three	san
10	dix	ten	shi
11	onze	eleven	shi yi
12	douze	twelve	shi er
13	treize	thirteen	shi san
20	vingt	twenty	er shi
21	vingt et un	twenty-one	er shi yi
22	vingt-deux	twenty-two	er shi er
23	vingt-trois	twenty-three	er shi san

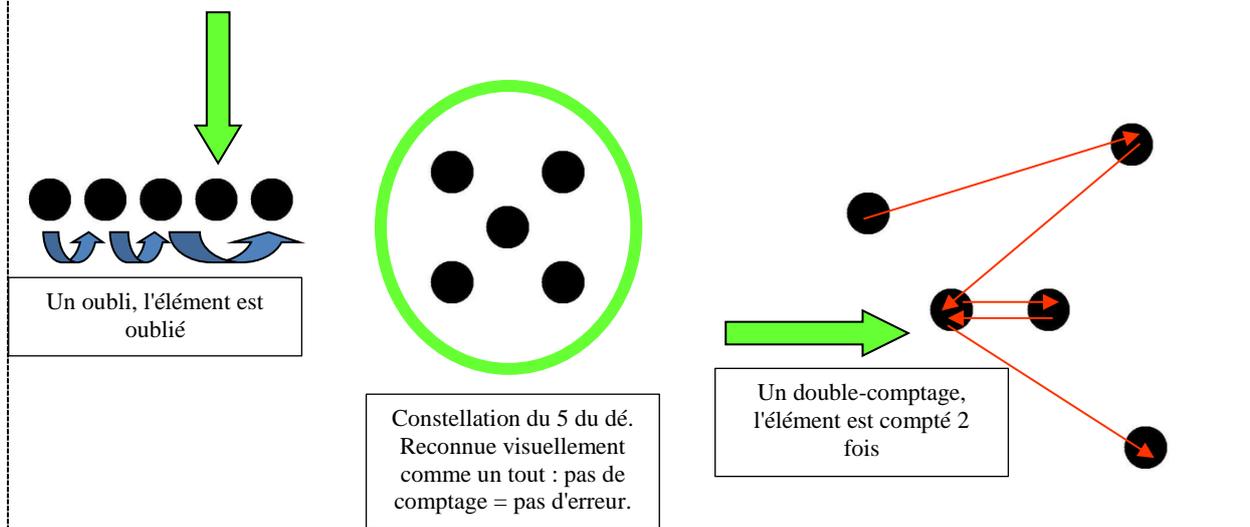


À cinq ans la différence est considérable certains maîtrisent la comptine numérique jusqu'à 100 alors que d'autres arrivent péniblement à 40.

En français, de nombreux irréguliers viennent compliquer la lente et laborieuse acquisition de la suite stable et conventionnelle des mots-nombres (que l'enfant tout-venant met plusieurs années à acquérir) : 11, 12, 13, 14, 15, 16, 70, 80, 90, nommés "les particuliers" (11 se dit "*onze*" pourquoi pas *dix-un*, et *douze* pourrait alors se dire *dix-deux*). *Septante*, *octante*, *nonante*, faciliteraient quand même bien la vie des élèves français à l'école, surtout ceux en panne avec la maîtrise du langage!

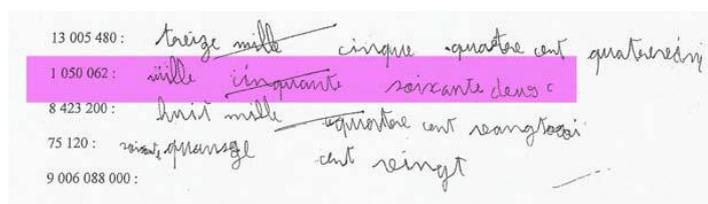
Dénombrer nécessite d'être à l'aise avec la correspondance exacte, précise, temporellement contrôlée entre la récitation des mots-nombres et le pointage des éléments que l'on compte. Les deux tâches doivent être parfaitement synchronisées. En cas de difficultés neurovisuelles, plus particulièrement oculomotrices, on peut sauter un élément, ou bien le compter deux fois, en sauter un et en compter un autre deux fois : ● ● ● ● devient donc 3, 5 éventuellement 4, résultat correct mais avec une stratégie erronée!

Illustration des conséquences des difficultés neurovisuelles en classe :



La demande de l'enseignant est "*Combien y a-t-il de points en tout*", l'élève perdu avec ses yeux, sait qu'il s'est trompé dans le comptage de la première et de la troisième collection de points. À l'aise avec les compléments à dix et le comptage de 5 en 5, il répondra $6+4 = 10$, plus 5 : 15. 15 représente effectivement le résultat du dénombrement total des trois collections, celle du centre où l'enfant réussit parce que les points sont disposés selon la constellation du dé, les deux autres où il se trompe. Son résultat est effectivement juste mais il est obtenu avec une stratégie erronée. Il y a de fortes chances qu'il s'entende dire "*Tu vois c'est bien quand tu fais attention*". Il n'avait déjà pas confiance en lui, puisqu'il a conscience que son dénombrement est aléatoire, il n'aura à présent plus confiance dans l'adulte.

La maîtrise des notions spatiales est indispensable lors de la pose des opérations pour l'alignement correct des colonnes, la place de la retenue, ne pas confondre les signes + et \times , l'écriture et la lecture des grands nombres (numération de position). En son absence, on peut ci-contre, ne pas affecter le bon rang aux chiffres (des unités, des dizaines, des centaines...).



Effectuer des différents calculs sollicite différentes mémoires. Le calcul mental est très exigeant en mémoire transitoire, il faut garder en tête des données (une suite de chiffres \rightarrow *mémoire immédiate*), faire une opération sur ces données ($5 + 7 - 3 + 2 = X \rightarrow$ *mémoire de travail*), mais aussi aller rechercher des résultats connus (faits numériques, tables d'addition ou de multiplication \rightarrow *mémoire à long terme*).

Une bonne flexibilité mentale est nécessaire pour passer d'un mode opératoire à l'autre (addition puis soustraction : $6 + 7, 8 - 3$), ne pas persévérer sur une procédure (suite

d'additions puis soustraction par ex. $4 + 3 + 5 + 6 + 9 - 4$), s'arrêter dans un processus ($4 + 4$ n'est pas $4 + 4 + 4 + 4 + 4 \dots$), tout ceci demande de bonnes fonctions exécutives.

La compréhension fine du langage est également requise dans le traitement des énoncés où chaque terme a un sens précis : *plus* n'est pas *moins*, et *gagner* n'implique pas forcément *plus*. Par ex. " *Ce soir, Pierre a 8 billes, à la récréation il en a gagné 2, combien en avait-il ce matin?* " *Résultat : $8 - 2 = 6$, gagné ne réfère pas à "plus" ...*

Raisonnement sur des problèmes exige un niveau intellectuel suffisant pour classer, trier, catégoriser, abstraire, c'est-à-dire des compétences logiques → facteur G. Mais cette capacité "logico-mathématique" n'est pas la compétence unique, univoque, permettant la réussite dans les domaines numériques et mathématiques.

Les pannes en calcul peuvent donc intéresser le niveau raisonnement mais les fonctions linguistiques, visuospatiales, mnésiques, attentionnelles et exécutives.

Citons Laurent COHEN (*Pourquoi les chimpanzés ne parlent pas. Odile JACOB. 2009. p 83*): "On pourrait donc dire que les mathématiques sont un vaste échafaudage mental, bricolé par l'espèce humaine, ... sur la base des capacités innées de notre cerveau, langage, représentation des quantités et capacités de raisonnement".

Chapitre 8 : LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU. Aspects fonctionnels et hiérarchiques.

Comment illustrer le fonctionnement complexe, en temps réel de cette extraordinaire machinerie, notre encéphale, support de nos actions, de notre réflexion, de nos pensées, de nos émotions, de nos affects?

Comment se représenter la place fonctionnelle et le poids hiérarchique des différents outils cognitifs dont nous disposons?

Le cerveau, dans son mode de fonctionnement, fait penser à une grande entreprise. Tentons maintenant de penser le fonctionnement cérébral chez l'apprenant en imaginant ensemble le "cerveau-entreprise"!

Comme certains grands groupes, on pourrait citer la SNCF, l'encéphale n'a qu'un faible contrôle de sa propre structure. La SNCF programme des milliers de trajets quotidiens et "Réseau Ferré de France" gère le substrat qui permet aux trains de rouler : les voies. Le cerveau-entreprise possède certes quelques capacités à modifier son architecture interne (c'est la plasticité cérébrale⁹) et peut générer de nouveaux neurones¹⁰. Mais, de façon très générale, les fonctions cognitives sont, nous l'avons vu, contraintes par une architecture neuronale assez peu plastique.

L'entreprise-cérébrale doit avoir un management efficace pour que les fonctions cérébrales collaborent entre elles de façon cohérente pour une efficacité optimum. Nous allons faire des analogies simplistes pour illustrer et donner du sens à la mise en route obligatoirement conjointe des fonctions cognitives.

Dans l'entreprise, quel que soit le produit fini commercialisé, la même finalité de performances et de rentabilité prévaut.

Le manager, détient les clefs de la réussite de l'entreprise. Il a eu l'idée (forcément de génie!) du produit à commercialiser. La "tête pensante" incarne le *facteur G*!

Pour parvenir au résultat il vaut mieux avoir fait une rigoureuse étude de marché. Un traitement exhaustif de l'information a eu lieu en amont concernant les besoins des consommateurs. Indicateurs, analyses, sentinelles, traduisent pour le manager l'état du monde environnant. Il peut ainsi *reconnaître* la pertinence de son projet en le comparant à ses connaissances et ses expériences antérieures. Il appartient aux salariés de fabriquer l'objet qui réponde au plus près au cahier des charges élaboré à partir de ces données. Pour cela une *programmation* du processus de fabrication va être mise au point. Trouver les bons analystes et les meilleurs techniciens ou artisans est le rôle dévolu à la Direction des Ressources Humaines (DRH). Mais la qualité de suffit pas, *l'organisation* dans l'entreprise et sa *gestion* sont les gages indispensables de la réussite du projet. Si tel personnel défaillant peut être remplacé par un autre, si tel processus devenu obsolète (ou insuffisamment rentable) peut être modifié, des erreurs stratégiques d'organisation et/ou de gestion auront des conséquences globales sur les performances de l'entreprise.

⁹ Capacité de modification de l'organisation des réseaux de neurones.

¹⁰ C'est le cas en cas de nouvel apprentissage. On fabrique donc de nouveaux neurones à l'âge adulte, par exemple dans la région de l'hippocampe.

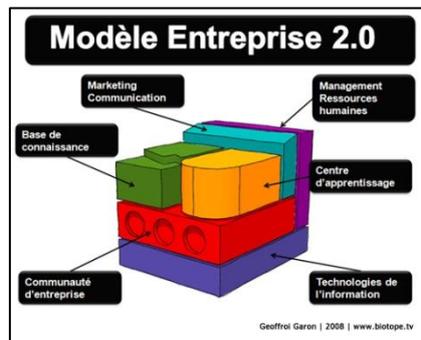
L'émulation au sein des troupes, la *motivation* de chacun, participent au succès. Mais l'émulation se doit d'être *organisée*. En son absence, la dégradation des conditions de travail, risque fort d'entraîner un absentéisme chronique et de mettre à mal la *disponibilité* des employés. La formation initiale et continue, un plan de carrière incitatif et mobilisateur constituent un *étayage* précieux pour asseoir la motivation. La *communication* dans l'entreprise étant le média et le ciment du succès du projet.

On le voit, chacun à son rôle, chacun à sa place, mais les conséquences en termes de fonctionnement global dans l'entreprise, sont fondamentalement différentes.

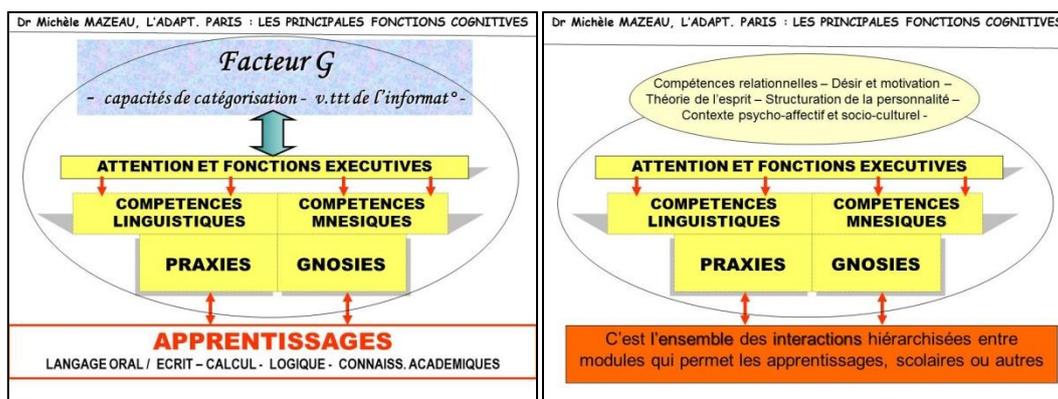
Il en est de même au sein des fonctions cérébrales, ou on peut envisager pallier la défaillance de certains outils en préconisant d'en utiliser d'autres.

Le cerveau-entreprise peut avoir les moyens de contourner des défaillances dans les domaines sensori-gnosique et praxio-spatial en utilisant une modalité de traitement de l'information indemne. Le langage oral peut être remplacé par le langage des signes, la réalisation manuelle de l'écriture par l'utilisation de l'ordinateur...

En revanche les troubles de fonctions aux conséquences transversales, les difficultés graves de langage oral, les déficits des fonctions attentionnelles, exécutives, mnésiques auront des conséquences globales, difficilement compensables. Il faudra alors aménager les conditions d'apprentissages.



Le fonctionnement cérébral normal met en jeu l'ensemble des fonctions cognitives : chaque fonction cognitive à un rôle fonctionnel précis, le poids hiérarchique de ces différentes fonctions est variable.



Conclusion : CERVEAU HUMAIN et APPRENTISSAGES.

1. De l'adulte à l'enfant.

La question posée est de savoir pourquoi nous avons parfois recours à une mise en jeu consciente de nos actions, alors que dans leur grande majorité elles sont en réalité préparées et exécutées de façon automatique.
Marc JEANNEROD. *La fabrique des idées*. O. JACOB. 2011. Page 190.

Quand bien même le lecteur trouverait cela terriblement réducteur voire désobligeant, le fonctionnement cérébral habituel des adultes s'avère être extrêmement routinier!

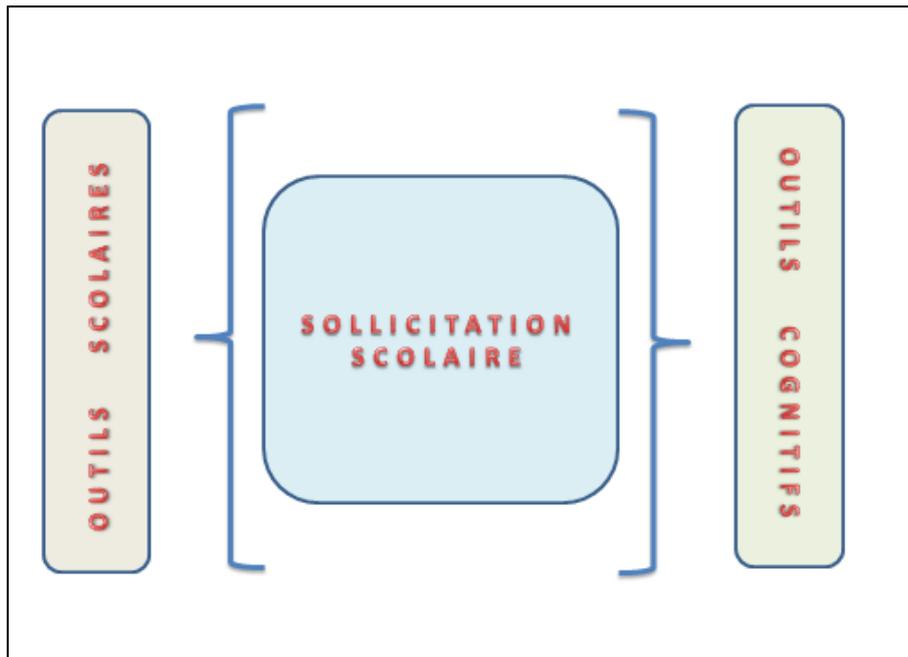
Dans la vie de tous les jours, dans des tâches habituelles, connues, mémorisées, notre encéphale fonctionne à l'économie car il a mis en place des stratégies hyper automatisées pour cela. Les publications scientifiques montrent à quel point nous sommes pilotés par un cerveau plus rapide que notre conscience. Notre "supercalculateur" se contente de comparer notre quotidien à sa banque de données gigantesque pour trouver la solution adéquate à toutes les situations banales qui résument l'essentiel de la journée d'un adulte. Que cela nous plaise ou non, que cela blesse notre ego d'homo-sapiens-sapiens, la réalité c'est que l'homme n'a pas beaucoup de contrôle de son existence!

Dame nature n'ayant vraisemblablement pas mis au point cela par hasard : à quoi cela lui sert-il? On peut raisonnablement penser que tous ces comportements, toutes ces stratégies et tous ces savoir-faire automatisés, permettent à l'adulte d'utiliser son capital cérébral pour penser, raisonner, abstraire, résoudre. Si pour l'adulte, c'est un jeu d'enfant, considérez l'élève face aux apprentissages scolaires, vous verrez que cela n'en n'est plus un!

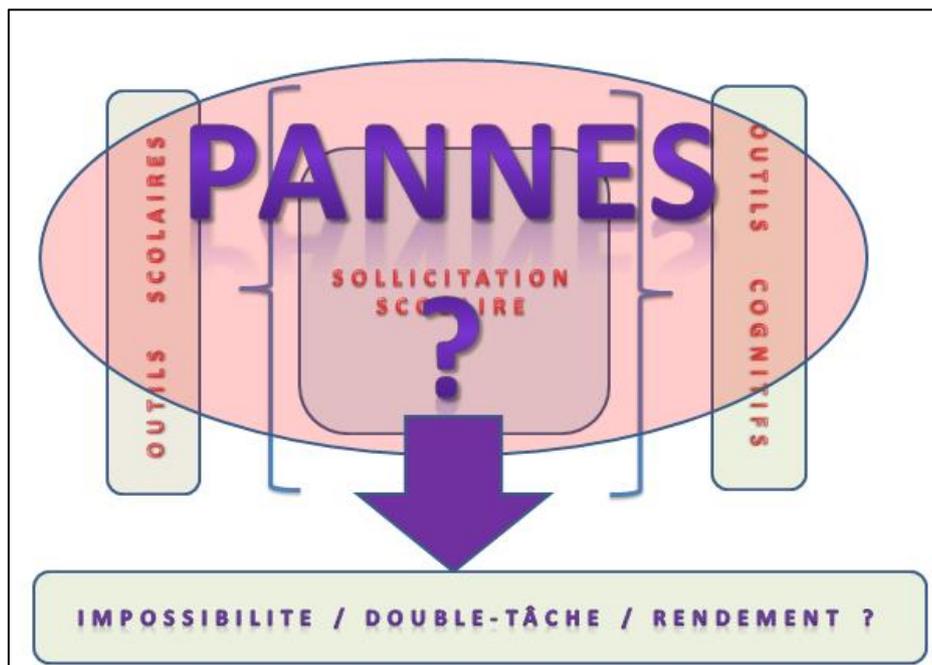
La réalité des enfants scolarisés, des élèves en train d'apprendre, est toute autre! Les enfants ne sont pas des adultes en miniature. Tout au long de cette présentation du cerveau apprenant nous avons pu nous rendre compte à quel point la mise en jeu de cette incroyable machinerie s'avère pour l'élève consciente, coûteuse. Que le maître nous interpelle pour une séquence scolaire nouvelle, voici notre encéphale obligé de se retrousser les manches. Toutes nos fonctions cognitives sont sollicitées en situation d'apprentissage : attention focalisée demandée, habiletés linguistiques conviées, mémoire de travail sollicitée, souvenirs appelés, capacités perceptives visuelles exigées, performances pratiques imposées, flexibilité mentale requise, attention divisée réclamée... Vivement la récréation que l'on souffle, non?

Les apprenants sont donc confrontés à des efforts quasi-constants, volontaires et épuisants. Cela n'a rien de routinier. Cela rencontre de sévères contraintes neuronales. Les temps d'apprentissages exigent une mise en œuvre coordonnée et hiérarchisée des fonctions cognitives.

Tant que cela ne sera pas automatisé cela aura un coût cognitif exorbitant et consommera énormément d'attention, de mémoire de travail, de fonctions exécutives... Or les études montrent que ces automatismes interviennent tardivement. Les habiletés linguistiques de hauts niveaux imposées par l'école, la maîtrise habituelle de la calligraphie, l'accès aisé au sens en lecture ne se mettent en place que *l e n t e m e n t* et ne seront réellement automatisés qu'en cycle 3. C'est dire les difficultés prévisibles auxquelles pourront se heurter des enfants pourtant intelligents, mais en panne avec certains outils cognitifs ou scolaires. Ces difficultés, voire ces déficiences, ralentiront ou empêcheront cette automatisation.



Les pannes qui surviennent au sein des fonctions cognitives ou des outils scolaires sont responsables de performances insuffisantes, médiocres. Elles placent l'enfant en situation de double-tâche quand il doit utiliser ces outils qui restent insuffisamment rentable eu égard aux exigences scolaires pour une tranche d'âge ou un niveau de classe déterminé¹¹.



¹¹ Ces notions sont développées par l'auteur dans son livre, *S'adapter en classe à tous les élèves dys*. SCEREN. 2011

2. Du normal au pathologique.

Nous voici arrivé au terme de notre entreprise : la présentation de l'éventail des outils nécessaires pour pouvoir apprendre dans des conditions normales, habituelles, ordinaires, celles qui concernent tous les enfants. On aura compris qu'apprendre en classe met en jeu un nombre considérable de processus mentaux. Chaque tâche spécifique impliquant des réseaux de neurones spécifiques. En temps réel, ces différentes voies de traitement de l'information se combinent. C'est un ballet en perpétuel changement qui s'adapte aux besoins. Cette infinité d'associations possibles, variables en fonction de la nature de la tâche, des exigences de l'entourage, du style cognitif propre à chaque individu... éclaire différemment les pannes que l'on rencontre. Donner au lecteur la connaissance basale du fonctionnement cérébral en situation d'apprentissages n'apprend rien sur les situations pathologiques, en revanche cela lui donne des informations capitales pour entrevoir comment adapter la pédagogie aux contraintes neuronales chez tout apprenant.

Le développement cérébral normal pour pouvoir apprendre se décline avec *progressivité* et *lenteur*, mais parfois aussi avec l'irruption de la pathologie.

Excluons d'emblée les troubles cognitifs globaux très graves qui ne permettant pas d'entrer dans les apprentissages (déficience intellectuelle, TED...) et abordons le champ des troubles d'apprentissages nommés **dys**. Les troubles sont alors dits spécifiques, ils intéressent une capacité cognitive (ou plusieurs) et non l'ensemble du potentiel cognitif.

Les dys désignent tout à la fois :

- les symptômes scolaires graves et durables chez des enfants à l'intelligence préservée : dyslexie-dysorthographe, dyscalculie, dysgraphie...
- les diagnostics neuropsychologiques qui montrent la (ou les) déficience(s) au sein des fonctions cognitives dont nous venons de parler tout au long de cet ouvrage. Le diagnostic permet de mettre en lien les difficultés spécifiques à l'école et les déficits cognitifs qui les expliquent, sans présager de la cause. Dans le cas des dys, on pense qu'il s'agit d'un problème développemental c'est à dire que les fonctions cognitives ne se *développent* pas correctement.

En effet, qu'une seule des compétences ou sous-compétences intellectuelles fasse gravement défaut et c'est le potentiel d'apprentissage qui est fragilisé ou s'écroule. De même, qu'une habileté scolaire (*la lecture, l'écriture, le calcul...*) soit sollicitée dans une séquence d'apprentissage au-delà de sa capacité alors, le reste de la machinerie, indépendamment de son bon fonctionnement, ralentit, sature, s'épuise. Le coût cognitif engendré par le déploiement de stratégies inadaptées, en tentant vainement de mettre en jeu ces outils insuffisamment efficaces, risque d'entraîner des performances scolaires jugées en permanence médiocres. C'est ce qu'on appelle *être en situation de double-tâche*.

Ces pathologies dys invalidantes réfèrent à des pannes *électives* (mais pas forcément *isolées*) au sein du système de traitement de l'information. Bien sûr, elles interfèrent avec d'autres conditions du domaine de l'étayage suffisant ou encore de la motivation et de la disponibilité. Ces dernières étant de toute façon constamment mises à mal en cas de dys. Il s'ensuit généralement une baisse de l'estime de soi, une perte de la confiance en soi qui s'avèreront alors déterminantes dans un échec scolaire devenu quasi inéluctable... Les pathologies dys mettent gravement en péril le pronostic scolaire si elles ne sont pas reconnues et prises en charge **suffisamment tôt**.

La complexité des traitements cérébraux en situation d'apprentissage est telle qu'il est illusoire de penser que **tous** les élèves possèdent **toutes** les capacités pour pouvoir traiter **toutes** les informations en temps réel. La possibilité de pannes est trop importante.

On estime à 5% le nombre d'enfants présentant une pathologie "dys" grave venant grever le pronostic scolaire.

L'adulte en charge des enfants scolarisés devrait donc aborder dans sa formation initiale les contraintes cérébrales inhérentes à la sollicitation intellectuelle de l'apprenant et recevoir une information minimum sur ces pannes susceptibles d'empêcher certains de se consacrer pleinement aux aspects conceptuels et raisonnements des apprentissages.

La connaissance du particularisme du cerveau de l'apprenant et de l'existence de panne devrait permettre de mieux s'adapter *de principe* pour tous les enfants, dans toutes les classes.

On pourrait faire le pari de réfléchir à une nouvelle science de l'éducation qui tienne compte des connaissances actuelles sur la cognition humaine, c'est à dire de la réalité neuronale du traitement de l'information pour le *cerveau-apprenant*.

Anticiper et prévenir les difficultés dys supposent de changer la pédagogie. Les supports doivent être plus accessibles, les consignes plus explicites, les situations de double-tâches évitées. Ceci afin de faciliter le vrai travail de l'élève, le seul qui compte : comprendre, apprendre, raisonner, abstraire, résoudre... mais aussi exprimer, exposer, transmettre et exploiter ses connaissances et ses talents...

L'institution scolaire pourrait réfléchir à un nouvel abord des apprentissages qui tienne compte, en amont, des contraintes, des limites, des pannes éventuelles dans la machinerie intellectuelle des apprenants. L'Éducation Nationale pourrait concevoir pédagogie et didactique, manuels et programmes, prenant en compte cette réalité.

On peut penser l'enseignement et les temps-classe différemment quand on connaît l'exigence des traitements cérébraux de l'information. Lorsque des consignes sont présentées sous forme écrite rien n'empêche d'en faire une présentation orale. À contrario les consignes écrites peuvent être systématiquement oralisées. Cela serait utile pour tous les élèves. On peut intégrer la notion de tiers temps en proposant systématiquement des contrôles sur 40 minutes. Tous les élèves tireraient profit de 5 minutes initiales de réflexion obligatoire (sans débiter le devoir) permettant alors d'aller vérifier la bonne compréhension de l'élève dys.

Ces postures de principe seraient utiles à tous. D'ailleurs les enseignants qui adaptent pour des élèves présentant une dys reprennent ces adaptations et ces facilitations pour tous les autres. Comprendre les pannes permet de s'adapter!

Cette réflexion sur une école plus facile d'accès ne peut être que collective. Ensemble pédagogues, médecins, neuropsychologues, paramédicaux et parents nous pouvons optimiser les chances pour tout enfant de ne pas être mis en échec dans les apprentissages.

Cette démarche visant à redéfinir l'enseignement de façon à ce qu'un nombre minimum d'élèves se trouvent en difficulté est un pari gagnant. C'est celui de l'**inclusion**.

Pour apprendre, nous disposons de capacités :	Fonctions cognitives (compétences précoces) :		Pathologies correspondantes :	Dys, troubles spécifiques ou troubles globaux :
<p>innées, présentes dès la naissance, qui vont se développer et s'enrichir grâce aux échanges avec notre environnement (épigénèse interactionnelle)</p> <p><i>NB : cette optimisation est dans une très large mesure implicite</i></p>	TROUBLES GLOBAUX	Compétences relationnelles. Structuration de la personnalité. Circuits de récompense. Théorie de l'esprit ...	Troubles du spectre autistique Troubles envahissants du développement	<i>N'ENTRENT PAS DANS LE CHAMP DES DYS</i>
		Compétences intellectuelles générales : facteur G (classification, catégorisation, logique...)	Déficience intellectuelle	
	TROUBLE MODALITÉ - SPECIFIQUE	Troubles de la cognition sociale	Troubles de la compréhension des intentions communicatives et comportementales de l'autre... Défaut de pragmatique...	
		Développement du langage oral et au-delà des compétences linguistiques	Dysphasies	
		Développement des coordinations	TAC	
		Compétences Neurovisuelles : - Compétences visuo-attentionnelles, oculomotrices et spatiales - Compétence neurosensorielle perceptivo-gnosiques : reconnaissance, décodage des stimuli élémentaires	Troubles NeuroVisuoSpatiaux Dysgnosies	
Le sens du nombre	Dyscalculie « vraie »			

<p>en contexte d'apprentissage ces capacités doivent fonctionner de conserve, ce qui nécessite d'autres compétences innées, de haut niveau :</p> <p>- les fonctions d'organisation et de gestion</p> <p>- les fonctions mnésiques</p> <p><i>NB : dans une très large mesure, ces fonctions se développent, s'optimisent et sont sollicitées elles-aussi implicitement</i></p>	T R O U B L E S T R A N S V E R S A U X	<p>Les fonctions attentionnelles et exécutives</p> <ul style="list-style-type: none"> - gestion des stimuli (rôle de tri, de filtre, hiérarchisation, pondération...) - planification (mise en œuvre de stratégies) - inhibition des processus automatisés (flexibilité mentale)... <p>Les fonctions mnésiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilisation des données stockées en mémoires (permet une "économie cognitive") <p>La mémoire de travail</p> <ul style="list-style-type: none"> - manipulation et exploitation en temps réel des données par une "mémoire attentionnelle et exécutive" 	<p>Troubles attentionnels</p> <p>Syndrome dysexécutifs</p> <p>TDA/H</p> <p>Dysmnésies</p> <p>Déficit de la mémoire de travail</p>	<p>TROUBLES COGNITIFS SPECIFIQUES :</p> <p>Dys-diagnostics</p>	
<p>③</p> <p>d'outils scolaires dont l'apprentissage est essentiellement explicite.</p> <p>Ils sont le fait de l'école mais se développent aussi en famille et dans les activités de la vie quotidienne.</p> <p>Leur développement nécessite une adaptation de la connectique cérébrale non prévue au départ pour ces outils d'apparition récente pour l'homme et variable pour chaque d'entre eux : notion de « recyclage neuronal ».</p>	<p>Apprentissages</p>		<p>Pathologies scolaires (TSA)</p>	<p>TROUBLES SPECIFIQUES DES APPRENTISSAGES :</p> <p>Dys-symptômes</p>	
		<p>Langage écrit (maîtrise de la lecture / transcription / production écrite / orthographe...)</p>	<p>Dyslexies, Dysorthographies</p>		
		<p>Aspects symboliques du nombre verbaux et indo-arabes (maîtrise des nombres, codages et transcodages, calculs et opérations...)</p>	<p>Dyscalculies</p>		
		<p>Gestes « culturels appris » <i>dont l'écriture manuelle</i></p>	<p>Dyspraxies <i>Dysgraphies</i></p>		
<p>Les troubles spécifiques des apprentissages sont les conséquences de pannes intéressant les capacités cognitives spécifiques "transversales" ou "modularité-dépendantes".</p>					

Tentative de classification des différentes dys.
M.MAZEAU, A.POUHET
(en chantier !)