

Mission

Inserm Associations



Inserm

Séminaires Ketty Schwartz 2013

Séminaires de formation destinés
aux associations de malades,
de personnes handicapées
et de leurs familles

FONCTIONS COGNITIVES CHEZ L'ENFANT

PROLONGATION

**Avec l'appui scientifique de l'Institut
thématique multi-organisme de l'Aviesan
ITMO Neurosciences, sciences cognitives,
neurologie, psychiatrie**

Conception, animation et rédaction

- **Michèle MAZEAU,**
Médecin de rééducation,
spécialisée en neuropsychologie infantile
- **Pierre LAPORTE,**
Psychologue clinicien spécialisé en neuropsychologie,
PH, Docteur en psychologie et membre associé
du groupe de recherche en intervention cognitive de
l'Université Laval à Québec (Canada)

Coordination

Dominique Donnet-Kamel
Responsable

Marie-Ange Litadier-Dossou
Assistante

Mission Inserm Associations

Le langage, le calcul, l'action, la mémoire, l'attention, la planification, la résolution de problèmes forment cet ensemble complexe que l'on appelle la cognition humaine. Le cerveau en est l'organe et les progrès importants réalisés par l'ensemble des neurosciences éclairent de mieux en mieux les processus neurocognitifs qui sont à l'œuvre dans les apprentissages et dans l'adaptation de l'être humain à son environnement.

Un nouveau séminaire Ketty Schwartz est consacré aux fonctions cognitives chez l'enfant. Ce séminaire est destiné aux associations de parents, et à toutes les associations concernées par les conséquences de certaines maladies ou handicaps sur la cognition. Il vise à présenter une vue d'ensemble, généraliste et synthétique des fonctions cognitives, s'appuyant sur le socle des connaissances issues de la recherche. Que fait une «fonction» cognitive quand elle fonctionne, et que se passe-t-il lorsqu'il y a des défaillances ? Comment parle-t-on ? Que faut-il mobiliser pour réaliser un geste ? Que faut-il apprendre pour écrire ou calculer ? Comment interagissent toutes les mémoires ? Qu'est ce qui se joue lorsque l'on prête attention à quelque chose ?

Comité éditorial

Ghislaine Dehaene, Pédiatre, Directrice de Recherche CNRS, Unité Inserm 562 "Neuro imagerie Cognitive" CEA/SAC/DSV/DRM/NeuroSpin

Francis Eustache Professeur de psychologie à l'université de Caen, Directeur laboratoire Inserm U 923

Anne-Lise Giraud, Laboratoire de Neurosciences Cognitives, DEC, ENS

Christine Gétin, Présidente de l'Association HyperSupers - TDAH France

Nathalie Groh, Fédération française des dys

Valérie Hahn-Barma, Centre de Recherche de l'Institut du Cerveau et de la Moelle Epinière

Lucie Hertz Pannier, Administrative de l'Apetreimc et de la Fondation Motrice

Roger Picard, Président Fondation Denise Picard

Et avec la participation d'Anne Jouve, Chargée de mission de l'ltmo Neurosciences, sciences cognitives, neurologie et psychiatrie de l'Aviesan

Calendrier

Mardi 15 janvier 2013

Mercredi 13 février 2013

Mardi 19 mars 2013

Mercredi 15 mai 2013

Lundi 17 juin 2013

Organisation

Le séminaire se déroule sur une journée, de 9h à 17h au siège de l'Inserm, Paris 13^{ème}.

Les frais de voyage des participants habitant hors Ile de France sont pris en charge par l'Inserm, sur la base du train 2^{ème} classe.

Les pauses-café et le déjeuner sont servis sur place.

Inscriptions

www.associations.inserm.fr

<http://www.inserm.fr/associations-de-malades/inscription-au-seminaire-fonctions-cognitives-chez-l-enfant>

ou par courrier, ou par fax (01 44 23 60 68), à l'aide du bulletin ci-joint.

Lieu de la formation

Inserm, 101 rue de Tolbiac, Paris 13^e - Métro Olympiades (ligne 14)

Fonctions cognitives chez l'enfant, clés de compréhension

Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz / Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau et P. Laporte

Sommaire

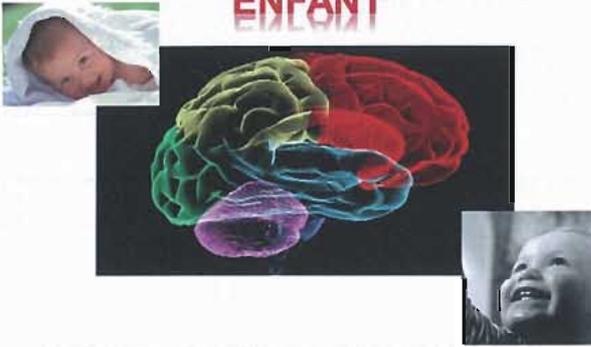
Les fonctions cognitives chez l'enfant

I/ Introduction	2
I-a : Le cerveau, organe d'apprentissage	5
I-b : Les méthodes d'étude de la cognition des bébés	10
I-c : Les fonctions	17
II) Le langage oral	21
III) Le langage écrit	32

• IV) Le geste	43
Les fonctions cognitives transversales	
VI) Les fonctions attentionnelles	57
VII) Les fonctions mnésiques	66
VIII) Les fonctions exécutives	77
X) Conclusion	88
Annexe : Le nombre	92

Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz / Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau et P. Laporte

DÉVELOPPEMENT COGNITION ENFANT



Inserm 2012, Séminaire Kitty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Fonctions cognitives chez l'enfant : clés de compréhension



Vaste programme s'il en est !
Néanmoins, nous avons accepté de relever le défi de vous transmettre les notions clés couvrant ce vaste champs dans ses aspects développementaux, parfois renversants.....

Inserm 2012, Séminaire Kitty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

- Dans cette introduction, nous allons tout d'abord définir ce qu'est une fonction cognitive dans ses relations avec les réseaux neuronaux avant d'aborder les données relatives au « **cerveau, organe d'apprentissage** » jetant les bases neurofonctionnelles de nos propos.
- Nous présenterons ensuite les **méthodes d'étude de la cognition chez le bébé et l'enfant**, car ce sont bien elles qui ont ouvert la voie à ces nouvelles connaissances.
- Nous illustrerons enfin la notion de « **boîte à outils** » **disponible à la naissance**, par l'étude de la connaissance de soi et de la cognition sociale précoce.

Inserm 2012, Séminaire Kitty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

bébé naît avec 1
boîte à outils

Fonctions cognitives : définition générale

- D'une manière générale une **fonction** est l'expression de la **propriété** d'une **structure**.
- Dès lors, une **fonction cognitive** est l'expression de la propriété de la **structure «réseau neuronal** » d'où elle émerge.
- On ne peut parler de fonctions cognitives **distinctes** que si **chaque** fonction est l'expression d'un réseau neuronal **spécifique**.

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

chaque fonction
cherche une "aide"
saw. jacente = neurone

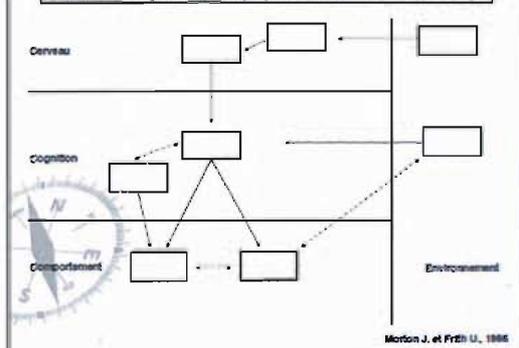
Fonctions cognitives (suite)

Des réseaux neuronaux aux comportements via les fonctions cognitives

- Une fonction cognitive **émerge** du fonctionnement du réseau neuronal structurel dont elle constitue une propriété.
- C'est de l'expression d'un certain nombre de fonctions cognitives qu'**émergent**, à leur tour, les **comportements** au sein d'un environnement donné.
- Ces niveaux d'émergence **interagissent** continuellement entre eux.

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Utilisation d'un système graphique pour visualiser un modèle théorique



Morlon J. et Fréth U., 1986

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

le "bain" environnemental
est très important
pour faire évoluer
les fonctions cognitives
de naissance

Fonctions cognitives (suite)

Les fonctions cognitives sont impliquées dans l'acquisition, le stockage, la transformation et l'utilisation des connaissances.

Elles comprennent :

- Le langage oral
 - Le langage écrit
 - Le nombre
 - Le geste
 - Les mémoires
 - Les fonctions attentionnelles
 - Les fonctions exécutives
- Et...la cognition sociale

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Plan de la journée

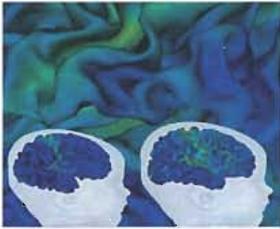
- I) Introduction :
 - I-a : Le cerveau, organe d'apprentissage
 - I-b : Les méthodes d'étude de la cognition des bébés
 - I-c : Les fonctions sociales chez le nourrisson
- II) Le langage oral
- III) Le langage écrit
- IV) Le nombre
- VI) Les fonctions cognitives transversales
 - VI-a : les fonctions attentionnelles
 - VI-b : les fonctions mnésiques
 - VI-c : les fonctions exécutives
- VII) Conclusion

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte



I - a : Le cerveau organe d'apprentissage

- Le cerveau est composé de multiples structures en **interaction** les unes avec les autres.
- L'architecture complexe du système nerveux, composé de 100 milliards de cellules (les neurones et les cellules gliales), est le résultat de la confrontation d'un programme génétiquement piloté et d'un environnement donné.



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

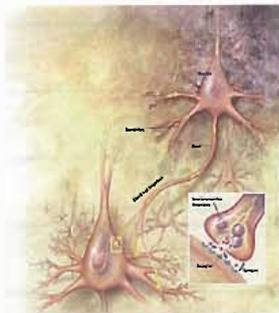
on est dans l'interaction dès la fabrication au niveau des gamètes (on ne parle plus d'inné ou d'acquis)
↳ caduque / faux

I - a : Le cerveau organe d'apprentissage (suite)

- Cette confrontation constructive est permise grâce aux mécanismes de **plasticité cérébrale**, cette extraordinaire propriété neurobiologique qu'a le cerveau de tout animal de se modifier aussi bien dans son organisation neuroanatomique que dans son organisation fonctionnelle en fonction des interactions avec l'environnement.
- Ce sont ces phénomènes qui autorisent les apprentissages et les processus mnésiques.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Neurones, axones et synapses
Les constituants des réseaux neuronaux

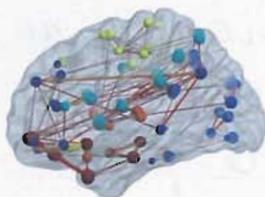


- Les **réseaux neuronaux** sont composés de neurones et de cellules gliales qui **communiquent** entre eux par les axones et leurs synapses

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Réseaux neuronaux et modules

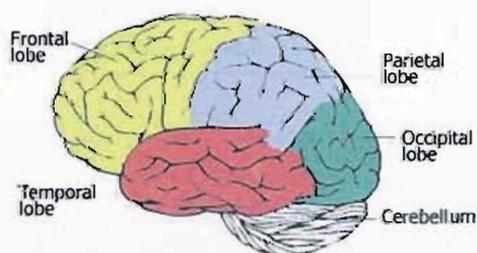
Network graphs



- Ils forment des « modules » qui sont des sous-ensembles anatomo-fonctionnels au sein desquels les neurones sont plus fortement liés entre eux qu'avec les autres neurones.

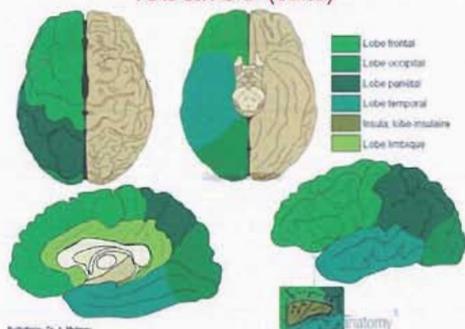
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 16

Réseaux neuronaux et structures lobaires



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 17

Réseaux neuronaux et structures lobaires (suite)

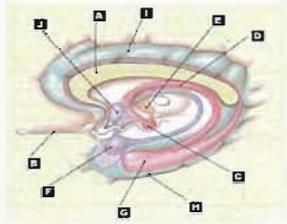


Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 18

Système limbique

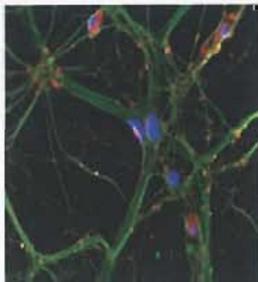
On regroupe souvent un ensemble de structures sous l'appellation de "système limbique". Ce système est impliqué dans l'olfaction, les émotions, les apprentissages et la mémoire

- A- Corps calleux
- B- Voie olfactive
- C- Corps mammillaires
- D- Fornix
- E- Noyaux antérieurs du thalamus
- F- Amygdale
- G- Hippocampe
- H- Gyrus parahippocampique
- I- Circonvolution cingulaire
- J- Noyaux hypothalamiques



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte 18

Réseaux neuronaux & fonctions cognitives



- Les réseaux neuronaux constituent donc la base anatomique et fonctionnelle qui supportent les fonctions cognitives.
- Par exemple, le réseau neuronal de l'attention soutenue est une structure anatomiquement définie. La propriété fonctionnelle de ce réseau neuronal spécifique est appelée la concentration.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte 20

Réseaux neuronaux & fonctions cognitives (suite)



(d'après D. Sporns, Networks of the Brain, 2011, p. 292)

- Les fonctions cognitives reposent ainsi sur la coordination d'une mosaïque d'assemblées neuronales distribuées sur l'ensemble du cerveau et connectées fonctionnellement entre elles.

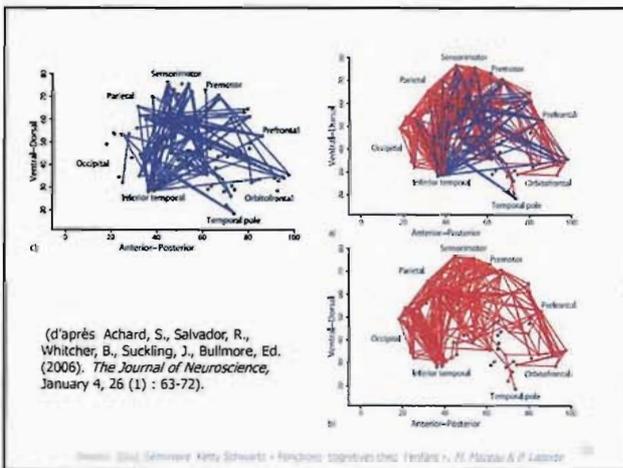
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte 21

connectivité courte
distante existe → elle
mûre grâce à
l'environnement

La connectivité

- Il y a deux types de connectivité : la connectivité anatomique et la connectivité fonctionnelle. Leur superposition donne la connectivité anatomofonctionnelle réelle, encore appelée le connectome propre à chacun.
- Si vous voulez, dans le réseau ferroviaire, il y a des voies ferrées qui existent, mais qui ne sont pas utilisées.
- Ceci a des conséquences importantes en rééducation cognitive après lésions cérébrales en étayant les stratégies de réorganisation anatomique.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

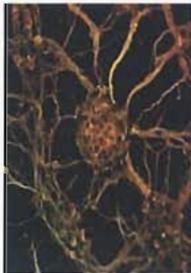


La plasticité cérébrale

Pour chaque individu, un schéma de connexion neuronale est donné à la naissance, mais certaines connexions sont sélectionnées plutôt que d'autres grâce aux mécanismes de plasticité neuronale

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

La plasticité : un mécanisme clé



La plasticité est le mécanisme clé qui renforce ou au contraire élimine les connexions entre les neurones. La plasticité agit en fonction de l'activité des synapses et des neurones en contact :

- Au niveau de la **synapse** avec le recrutement de nouveaux récepteurs ou leur extinction, des modifications des paramètres fonctionnels
- Au niveau du **corps cellulaire** et du noyau des neurones : modulation de l'expression génétique par l'activité des différentes synapses, modifications des synthèses des neurotransmetteurs
- Au niveau **des axones** et des **dendrites** dont les prolongements se réorganisent, se connectent ou au contraire se déconnectent
- Au niveau du **réseau neuronal** qui change ses connexions internes et externes constamment au cours du temps
- Au niveau des **réseaux neuronaux** qui se développent ou régressent en fonction de l'activité de tous leurs composants.
- **Le cerveau** est enfin capable de neurogenèse

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 25

La plasticité : un mécanisme clé (suite)

- La **construction** du cerveau résulte ainsi de l'**interaction** entre un programme génétique d'une extraordinaire précision et un environnement d'une extraordinaire diversité.
- Il s'agit donc de l'**action combinée** de la «**carte d'identité**» des **gènes** exprimée par chaque neurone, et de l'environnement.
- Cette construction se poursuit tout au long de la vie avec une forte poussée **au cours de l'enfance et de l'adolescence**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 26

La plasticité : un mécanisme clé (suite)



- Au cours de ces périodes, l'organisation cérébrale va en **se complexifiant** et en **se densifiant** par le biais de **réorganisations** caractérisées par le **passage** d'une **connectivité courte-distance** durant les premières années de vie à **une connectivité longue-distance**.
- Il y a donc une densification de la connectivité et une modification de la connectivité inter-régionale.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 27

I – b : Les méthodes d'étude de la cognition des bébés

- Comment interroger les bébés sur leurs savoirs (compétences) précoces ?
- Comment obtenir des réponses fiables ?

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

☞ En utilisant, pour la réponse des systèmes qu'ils maîtrisent dès la naissance

- La succion
- Le regard

☞ En utilisant leur « préférence » in nouveauté



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Habituation / Nouveauté

(Bornstein, 1985)

- Regard préférentiel
- Suction non nutritive

S'appuie sur le principe que l'enfant a un intérêt pour la nouveauté :

- L'**habituation** fait en sorte de répéter un stimuli → l'ennui
- Lorsque le **stimulus devient très familier** pour l'enfant, il ne lui accorde plus d'attention

Phase d'habituation

- Présentation du stimulus d'habituation : jusqu'à ce que la variable mesurée **diminue de 50%**

Phase d'évaluation

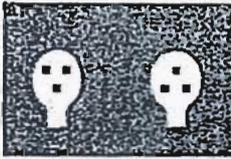
- Présentation aléatoire et successive de 2 stimuli ('nouveau' et 'habitué')
- La variable dépendante (mesurée) est : **le temps d'observation / rythme de succion**

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Dave Elleberg, Professeur adjoint, Département de Kinésiologie, Université de Montréal

Qu'est-ce que ces paradigmes dévoilent :

- **préférence ?**
- capacité de **discrimination ?**

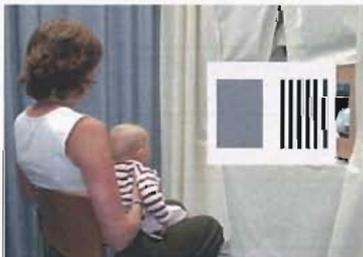


Ex ici : patterns « visage »
ou non-visage
→ Les bébés préfèrent
les visages

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Le regard préférentiel

Fantz (1962) a remarqué que les jeunes bébés ont une tendance naturelle à regarder les images qui ont un « patron », structurées plutôt que celles qui sont uniformes.



Dave Elleberg, Professeur adjoint - Département de Kinésiologie, Université de Montréal

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

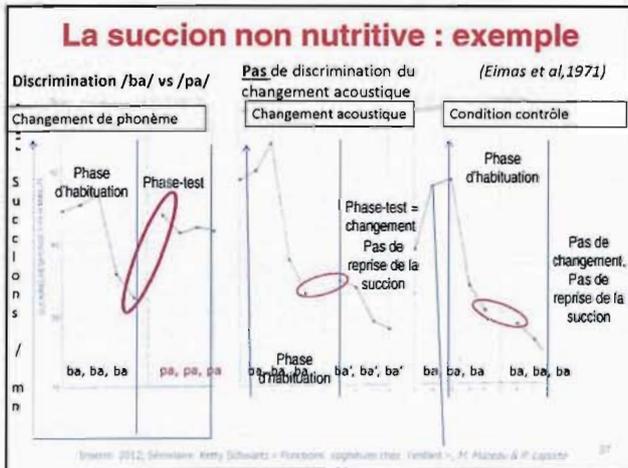
Paradigme du regard préférentiel chez le bébé

Les bébés regardent plus longtemps

- Ce qui est **structuré** que ce qui ne l'est pas
- Ce qui est **nouveau** que ce qui ne l'est pas
- Ce qui est **étrange** que ce qui ne l'est pas

[+ idem si succion non nutritive]

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte



Le développement cognitif de l'enfant : 2 modalités

1- Patrimoine génétique : des « boîtes à outils » spécialisées (compétences précoces)

ET

2- Apprentissage (culturel) : recyclage neuronal

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Tout n'est pas inné! Tout n'est pas « acquis » !

Grand nombre d'aptitudes humaines résultent **d'apprentissages** et sont évidemment des aptitudes **acquises**.

Simplement, ces apprentissages ne seraient pas possible sans **un outillage mental de base, qui lui, est universel, inné et propre à l'espèce humaine.**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

« faire du neuf avec du vieux »
 S. Dehaene, Les neurones de la lecture, 2007, O. Jacob éd.

« L'un des traits saillants d'homo sapiens est de naître avec un cerveau **immature** et doté d'une grande **plasticité** »



« Notre cerveau n'est pas (initialement) prévu pour lire mais **il s'y convertit** tant bien que mal ».

Recyclage neuronal
 L'organisation culturelle est inextricablement liée à celle de notre cerveau.
 « Que perdons-nous en apprenant à lire ? »



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

DONC ...



Différentes modalités de développement selon les fonctions cognitives considérées :

- Des compétences « précoces » (« **boîtes à outils** ») innées, initiales, qui se stabilisent et/ou mûrissent grâce aux interactions avec l'environnement
- + des capacités non prévues par l'Evolution, qui ne se développent QUE sous l'influence de l'environnement (enseignement) et nécessitent un « **recyclage neuronal** »

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

2 modalités de développement

<p>Des aptitudes sélectionnées par l'Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mode de locomotion - Coordinations oculomotrices - Emergence Langage oral 	<p>Des aptitudes liées aux aspects culturels</p> <ul style="list-style-type: none"> - S'habiller, se coiffer, se laver - Utiliser des outils, conduire une voiture, téléphoner, - Lire/écrire /compter
---	--

Appr. implicites vs explicites

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

2 modalités de développement

Des aptitudes sélectionnées par l'Evolution

Des aptitudes liées aux aspects culturels

- Idem dans toute l'espèce humaine (universel)
- Développement lié à maturation et libre jeu des systèmes en cause

- S'habiller, se coiffer, se laver
- Utiliser des outils, conduire une voiture, téléphoner,
- Lire/écrire /compter

Appr. implicites

vs

explicites

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

2 modalités de développement

Des aptitudes sélectionnées par l'Evolution

Des aptitudes liées aux aspects culturels

- Mode de locomotion
- Coordinations oculomotrices
- Emergence Langage oral

- Dépend de l'époque et du lieu
- Transmission INTENTIONNELLE = enseignement

Appr. implicites

vs

explicites

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

2 modalités de développement

Des aptitudes sélectionnées par l'Evolution

Des aptitudes liées aux aspects culturels

- Idem dans toute l'espèce humaine (universel)
- Développement lié à maturation et libre jeu des systèmes en cause

- Dépend de l'époque et du lieu
- Transmission INTENTIONNELLE = enseignement

Appr. implicites

vs

explicites

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Le développement cognitif

Il est donc très important de distinguer

- **Les acquisitions** qui se produisent '*spontanément*' et systématiquement avec le temps et **une exposition** à un stimulus ou un environnement
Ex : la marche, le saut, la vision ou le langage oral



- **Les apprentissages** qui nécessitent un **enseignement** (implication culturelle +++), spécialement dirigé vers les enfants ou les novices, **sans lequel la compétence ne se manifesterait pas.**

Ex : visser un bouchon, utiliser un mouchoir, + la lecture, l'écriture, le calcul et toutes les activités scolaires.



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

I - c : Les fonctions sociales



Le nouveau né arrive au monde avec des capacités de distinction soi – environnement

Ces capacités font partie de la « boîte à outils » cognitive présente dès la naissance

La **conscience de soi** est à la base de notre identité individuelle et de notre sentiment de continuité au cours du temps

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

La connaissance de soi

- La **connaissance de soi** part du corps, il s'agit d'un **soi perçu** à partir des sensations. L'enfant perçoit son corps comme agissant, différencié et situé dans l'environnement
- C'est à partir de ce sens de soi, que l'enfant va développer une **conception de soi par rapport à autrui**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Cinq étapes

1. **6 premières semaines** : l'enfant a un sens de son corps comme **entité différenciée, située et agente** dans son environnement
2. **2^{ème} mois** : Emergence du **sourire social vers 6 semaines**. L'intersubjectivité et le dialogue social se développent en lien avec les échanges face à face.
3. **Entre 2 et 7 mois** : **attentes sociales** apparaissent dans les rapports de réciprocité avec autrui.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Cinq étapes (suite)

- 4. **Autour du 9^{ème} mois** : émergence de l'**attention partagée avec autrui** : c'est le début d'**échanges sociaux** pas seulement réciproques, mais en référence aux choses et aux évènements
- 5. **Vers 18 mois** : une **co-conscience de soi et des autres** apparaît : le regard d'autrui est approprié et intégré au regard de l'enfant
 - => **pensée symbolique** : capacité de représentation des perceptions et croyances et connaissances d'autrui.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

La cognition sociale

- Les éléments de **connaissance / conscience de soi** et de l'autre **nourrissent** alors la cognition sociale. Ils en sont les préalables indispensables.
- La cognition sociale est la **capacité à construire des représentations sur les relations entre soi-même et les autres**, et à **utiliser** ces représentations de manière flexible **pour ajuster et guider** son propre **comportement social**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Les précurseurs de la cognition sociale



1 - La formation d'attentes interactionnelles avec les proches

Le bébé **de 6 mois** devient capable d'attribuer à tout **humain** des propriétés **d'être interactif et intentionnel**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Les précurseurs de la cognition sociale (suite)

2 - L'imitation :

- Dès 9 semaines, tout bébé imite sa mère (ou son père)
- L'imitation concourt à comprendre l'autre comme être intentionnel
- A 5 mois, l'enfant réagit émotionnellement au fait d'être imité



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Les précurseurs (suite imitation)



- Vers 7 mois, émergent l'attente de l'action de l'autre



- Vers 21 mois, l'enfant engage l'imitateur dans des jeux de fiction où il s'agit d'imiter et d'être imité.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Les précurseurs (suite)

3 - L'attention conjointe

- Elle apparaît entre 9 et 12 mois : elle consiste dans le fait de partager l'intérêt pour l'objet ciblé.



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Théorie de l'esprit

- Les données que nous venons d'examiner sont ainsi les **précurseurs** concourant à l'émergence, **entre 3 et 4 ans**, d'une **théorie de l'esprit explicite et réfléchie**.
- **à 3 ans**, les enfants parlent de ce que les gens pensent et savent, **en ayant conscience** que différentes personnes peuvent vouloir, aimer, ressentir différentes choses.
- **à 4-5 ans**, ils savent que les **gens peuvent penser des choses différentes** et comprennent ainsi les fausses croyances.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Troubles de la cognition sociale

- Ces troubles **participent** au trépied syndromique commun caractérisant les troubles regroupés sous la dénomination des « **Troubles envahissants du développement** » (TED).
- Le **trépied syndromique commun** se trouve dans les dysfonctions des **interactions sociales**, de la **communication** et la présence de **comportements stéréotypés, répétitifs, ritualisés**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte



Séminaire Ketty Schwartz « ISEEM 2012 - fonctions cognitives » P. Laporte et M. Mazeau

Le langage oral

Développement et troubles (dysphasies)



Le langage : définition ...

- **Système de symboles arbitraires mais conventionnels**

- Mise en forme de la pensée (mémorisation, réflexion, liens)
cf. « langage intérieur » ...
- Communication : transmission/ échange idées, émotions, infos, ..

- **Fonction de COMMUNICATION**

- Comprendre
 - S'exprimer
- } 2 versants,
dont le second
dépend du premier



Echanges, apprentissages, relations sociales,

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 62

LA LANGUE

- Les sons de la langue : la phonologie
- Les mots de la langue : le lexique
- l'organisation des mots : la syntaxe
- La construction des significations : la sémantique
- L'efficacité de la communication : la pragmatique

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 63

LA LANGUE

Matelas / Matelots

Dai/Dé

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 64

phonologie

LA LANGUE

Ordre des mots
Paul bat Pierre
Pierre bat Paul

Les petits « mot-fonction »
Il parle de papa
Il parle à papa

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 65

syntaxe

LA LANGUE

Audition /martol/ Tact

Associer Concept et Mot le désignant

Vision Expérience

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 66

sémantique

LA LANGUE

Feuille ?



Inserm 2012. Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte 87

lexique

LA LANGUE

Vous ne trouvez pas qu'il fait frais ?

-Oui, l'hiver est précoce cette année ...
 - Je vais fermer la fenêtre
 - Je te passe ton pull
 - etc...

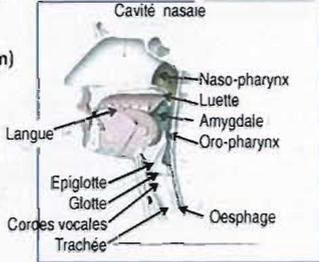
Selon : intonation, situation, mes connaissances sur l'interlocuteur,

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - Fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau 88

pragmatique

Langage et Parole

- Parole** = sonorisation du langage grâce aux organes bucco-phonateurs (cf. « articulation/prononciation »)
- Langage = aspect conceptuel, intellectuel.
 Le langage peut prendre diverses formes :
 → sans parole : langage intérieur
 → Écrit
 → Signé : LSF





Inserm 2012. Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte 89

Langage et Parole



Ne pas confondre
Langage (aspect
 conceptuel, cérébral) et
parole (articulation,
 bucco-phonatoire) +++++

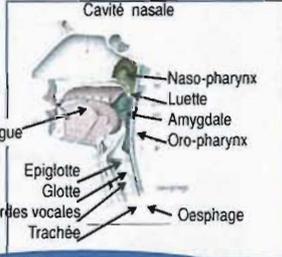


Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Langage et Parole



- **Parole** = sonorisation du langage grâce aux organes bucco-phonateurs (cf. « articulation/prononciation »)
- **Langage** = aspect conceptuel, intellectuel.
 Le langage peut prendre diverses formes :
 - sans parole : langage intérieur
 - Écrit
 - Signé : LSF



La parole résulte de la maturation (sensori-motrice) des organes phonateurs (→ 4-5 ans)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte



Aspects développementaux

**Le nourrisson : un être social (rappel)
Les préalables au langage**

- La préférence pour le visage humain (néo-natal)
- Le sourire - réponse : 4-6 semaines



- L'attention conjointe
regarder ce que l'autre regarde (9-12 mois)

- La désignation
(~ 10-14 mois)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 73

Une « boîte à outils »
Innée, dédiée à
l'acquisition
du langage oral

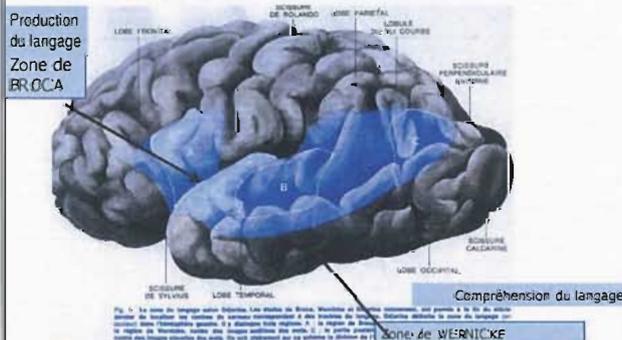


L'apprentissage n'est pas une alternative
à l'innéité :
sans un mécanisme inné pour procéder
à l'apprentissage, celui-ci ne pourrait tout
simplement pas avoir lieu.

Steven Pinker, l'instinct du langage, éd. O. Jacob, 1999

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 74

**Le planum temporal gauche est plus développé
dès la 29^{ème} semaine de vie fœtale**



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 75

Conditions pour acquérir une langue

- Compétences sociales
- Compétences *spécifiquement* linguistiques : compétences précoces « boîte à outil langage »
- Environnement linguistique

Les compétences innées permettent des interactions adaptées avec le milieu

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Quelques unes des «boites à outils-langage» dont dispose le bébé

Des capacités **précoces et universelles**

- Distinguer sons de parole vs autres sons (dès la naissance)
- Segmenter le flux de parole : cf. « le mamalais » (S. Pinker). La prosodie permet
- Distinguer les oppositions phonologiques

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

mamalais = capacité à distinguer les "mots" entre eux

La prosodie : segmenter le flux de langage (« le mamalais »)

- Les bébés se basent sur la structure **rythmique et mélodique** de la langue (syllabes ou mots accentués, métrique, intonations, pauses, ...)
- isoler des groupes de mots ou des mots mis « en saillance » (accentués)
- « mamalais » (universel) = amplificateur = facilite repérage indices de frontières entre mots ou groupes de mots
- panorama typique // mathématicien

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

La prosodie : segmenter le flux de langage (« le mamalais ») suite

•Vers le quatrième mois, on peut entendre les premiers gazouillis, ce qui correspond à un babillage plus complexe. Le bébé produit d'abord des sons de façon accidentelle, c'est en général un fort stimulant pour les adultes en train d'interagir avec le bébé, qui commentent les sons, les répètent, y réagissent. C'est donc l'interaction adulte-bébé elle-même qui est stimulée et donc le bébé est fortement incité à persévérer. Le bébé reproduira alors certains sons de façon constante et répétée.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

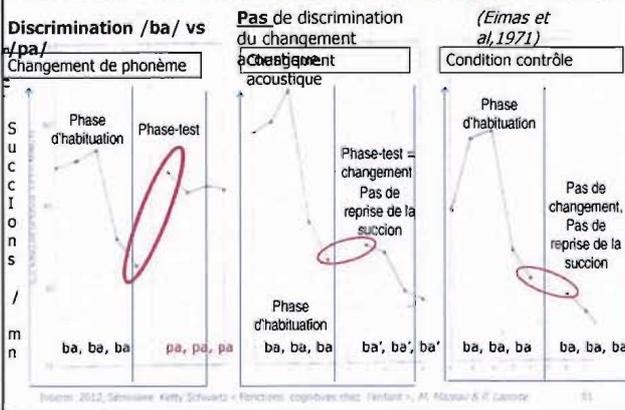
Quelques unes des « boîtes à outils-langage » dont dispose le bébé

Des capacités précoces et universelles

- Distinguer sons de parole vs autres sons
- Segmenter le flux de parole : prosodie
- **Distinguer les oppositions phonologiques**
Il n'existe pas de frontière physique (acoustique) qui constituerait une limite entre les sons proches (b/p, ch/j/s, an/on, ...) :
→ c'est le cerveau qui fait ces différences (et non les oreilles !)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Discriminer les sons de la langue (Rappel)



Les compétences précoces en PHONOLOGIE



1- Des compétences innées

- Discrimination toutes oppositions phonologiques connues

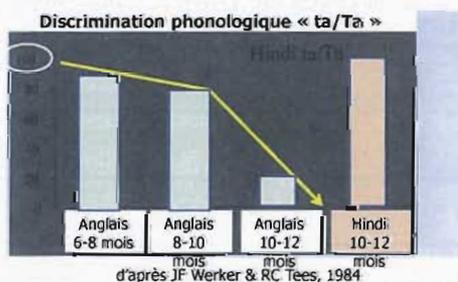
2- Un développement par sélect°

- Sous l'influence des interactions avec l'environnement (bain de langage)

Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Sélection des aptitudes phonologiques en fonction de la langue environnante

Si les bébés sont capables de reconnaître tous les sons de parole de toutes les langues dès la naissance, leurs capacités initiales de sons « étrangers » à leur langue maternelle déclinent beaucoup entre 6 et 12 mois.



Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

bebes-jumeaux-conversation.mp4

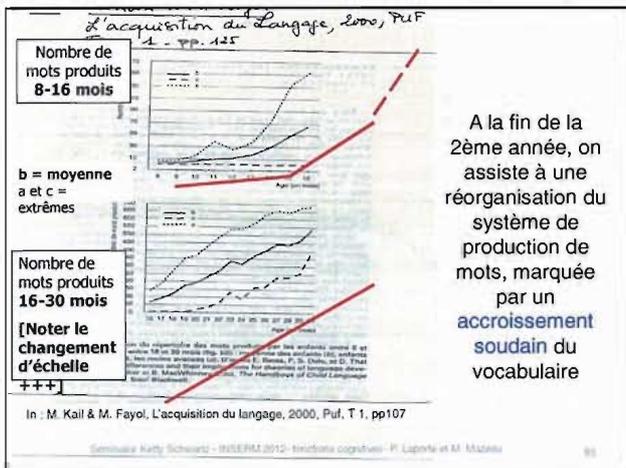
- Une **communication** efficace (dialogue, tours de parole, intonations, gestuelle d'accompagnement...) bien avant un langage constitué

- Un **babillage canonique** syllabique (France):

Entre **1 et 13 mois**, le babillage rudimentaire de l'enfant l'amène à jouer avec sa voix, à produire des sons très graves et très aigus, des hurlements ou des murmures.

Entre **5 et 10 mois** apparaît ce qu'on appelle le babillage canonique. Il s'agit du point culminant du développement pré-linguistique. L'enfant possède alors les ingrédients de la future organisation langagière, c'est-à-dire des syllabes bien formées de type consonne-voyelle : /bababa/, mamama/, /papapa/, /tabada/, etc.

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - Fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau





Les étapes clé avant 3 ans

AGE	COMPREHENSION	EXPRESSION
6-9 mois	Réagit à son prénom, NON!	A...reu
7-12 mois	Ordre simple (viens, donne, ...) avec geste	Babillage canonique
10-16 mois	Ordres simples, sans geste	Papa, maman, ...
16-20 mois	Montre 1 à 5 partie(s) du corps: nez, yeux, ventre, ...	6-8 mots; début jargon intonatif
18-24 mois	Ordre double (donne X à Y)	Associe 2 mots; Jargon intonatif ++
24-30 mois	Désigne 5-8 images (objets familiers, vie quot.)	Env. 50 mots compréhensibles
3 ans	Négation grammaticale	Phrases d'au moins 3 mots

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau

Une expérience pleine d'enseignement
 ... (Kuhl et al, 2003)

a)- Le bébé (anglais) est exposé à l'apprentissage d'une langue étrangère (chinois)
 - En situation « normale » (interaction avec un adulte natif)
 - ou via un média (audio/TV)

b)- On teste la sensibilité du bébé à la phonologie de la langue étrangère apprise (orientation de la tête)

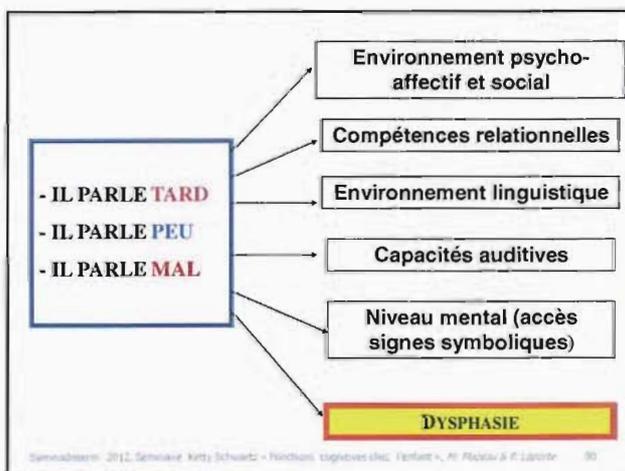
c)- Résultats
 - Seuls les bébés qui ont appris le chinois en interaction discriminent les sons chinois

Seminaires 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Troubles du langage oral

ELHO, Bouquinage, éd. J.M. Bouchain, 1995

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte



6 possibilités
 On élimine progressivement dans diagnostic préférentiel (orthophoniste seule ne peut pas diagnostiquer 1 dysphasie)
 distinguer ce qui est primaire de secondaire

**Des réseaux langagiers différents,
interdépendants mais isolables** (rappels)

	TYPE D'INFOS TRAITÉES	TYPES DE TRAITEMENTS	PROCESSUS DEVELOPPEMENT
PHONOLOGIE	Eléments infra-lexicaux	Segmentation/co mbinatoire	Sélection
LEXIQUE	Signe	Sémantiques	Inscript ^o Mnésique
SYNTAXE	Règles	Calculs	Extract ^o invariants

Des modules qui peuvent être atteints sélectivement ...

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau et P. Laporte 91

**Des modules langagiers spécifiques
= Variété des dysphasies**

	PHONOLOG.- SYNTAX	Tr. PRODUCT ^o PHONOL.	DYSPH. MNESIQ.
PHONOLOGIE	⇓⇓	⇓⇓⇓	OK
LEXIQUE	\	OK	⇓⇓⇓
SYNTAXE	⇓⇓⇓	\	OK
PRAGMATIQUE	OK	OK	OK

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - Fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau 92

Langage et pensée

VIGOSTKY :

- « LE LANGAGE EST UN PROCESSUS DYNAMIQUE DE TRANSFORMATION DE LA PENSEE EN MOTS »



Les jeunes dysphasiques ne peuvent pas traduire en mots (phrases) une pensée pourtant intacte (cf. épreuves non verbales)

→ Il existe une **pensée abstraite non verbale**




Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - Fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau 93

Conclusion

Le langage oral

- Rôle **social** +++
- Un support fondamental de l'apprentissage de **l'écrit**



Inserm, 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 84



Le langage écrit

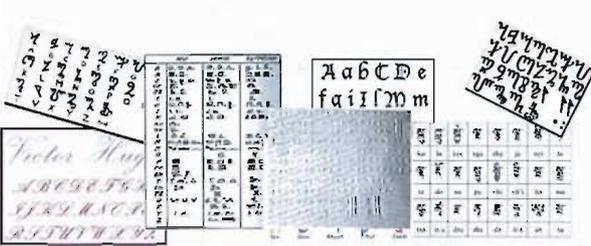
L' apprentissage et ses troubles

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau.

Le tracé // le sens

LA PAROLE

Médiation sonore (phonologique) = les écritures alphabétiques



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », Dr. Philippe A. P. Laporte

Conditions nécessaires à l'apprentissage de la lecture

Environnement

familial, socio-culturel, scolaire



Sujet

- * motivation, histoire personnelle, ...
- * **compétences spécifiques**
 - 1- Conscience phonologique
 - 2- Compétences neuro-visuelles

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », Dr. Philippe A. P. Laporte

1- La conscience phonologique

- Prendre **conscience** des sons de la langue dans les mots,
→ Différence *discrimination* phonologique (inné, cf. LO) et *conscience* phonologique (enseigné)
Exemple : /vache/ → ???
- Pouvoir **manipuler** les sons pour comprendre et manipuler le principe des **correspondances entre sons de la langue et signes graphiques** (correspondances grapho ← → phonologiques), base du principe alphabétique
Exemple : l'alphabet cyrillique

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Français	Russe
A	→ А
E	→ Е
I	→ И
O	→ О
OU	→ У
D	→ Д
L	→ Л
N	→ Н
P	→ П
F	→ Ф
R	→ Р
S	→ С
T	→ Т
TS	→ Ц

Lire une langue alphabétique suppose :
- de **connaître** les correspondances sons ↔ graphies
- de les avoir **automatisées**

ИЛ
 СТОП
 СПОРТ

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Français	Russe
A	→ А
E	→ Е
I	→ И
O	→ О
OU	→ У
D	→ Д
L	→ Л
N	→ Н
P	→ П
F	→ Ф
R	→ Р
S	→ С
T	→ Т
TS	→ Ц

Lire une langue alphabétique suppose :
- de **connaître** les correspondances sons ↔ graphies
- de les avoir **automatisées**

ИЛ IL
 СТОП STOP
 СПОРТ SPORT

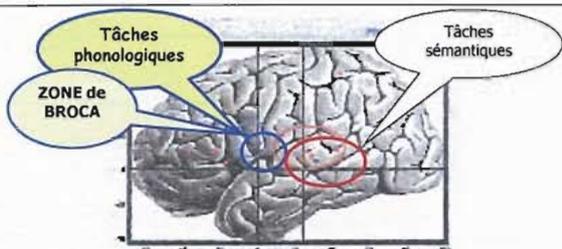
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

1- La conscience phonologique (suite)

- Manipuler les conversions lettres ↔ sons (GSM/CP) :
 - Rimes
 - Verlan : radis → dira
 - Ôter des syllabes, des phonèmes fin ou début de mot : merci → mer sage → âge crayon → rayon
 - Remplacer des phonèmes : gull → nul
 - lire/écrire des « non-mots » : sirvalu, trachminou, boustrophédon (cf. mots nouveaux et noms propres)
- Les mots réguliers : respectent les règles de conversion lettres ↔ sons
ex : jupe, domino, caméra, fourmi, table, pirate, strapontin, etc ...
- Les exceptions : les mots irréguliers (ne respectent pas la règle)
monsieur, femme, album, doigt, oignon, chorale, faon,

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 107

Les traitements cérébraux de la phonologie



Activations lors de tâches d'analyse
 - sémantique (ex : dire si un mot concerne une entité vivante)
 - ou phonologique (ex : jugement de rimes)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 108

Habiletés métaphonologiques et apprentissage du LE

Activation de la zone du langage lors d'une tâche de conscience phonologique :
 +++ chez les lecteurs et...
 quasi-nulle chez les illettrés

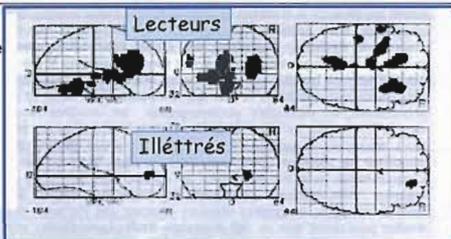


Figure 14. Activité cérébrale obtenue grâce à la caméra à positrons chez des sujets illettrés et normalement lettrés lors de la répétition de pseudo-mots sans signification. La zone du langage, largement activée chez les lecteurs, est pratiquement inactive chez les illettrés qui éprouvent du reste de réelles difficultés à réaliser cette tâche (d'après Castro-Caldas et collaborateurs).

La conscience phonologique est enseignée et apprise lors de l'apprentissage de la lecture : elle n'apparaît pas spontanément, ni si l'on n'apprend pas à lire une langue alphabétique

In Michel Habib, « La dyslexie à l'ère ouverte », 2003, Reedy, Marseille

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 105

Impact des caractéristiques des langues écrites

- Plus ou moins transparentes
1 son ↔ 1 lettre ou groupe de lettre
Cf. espagnol, italien, ...
- Plus ou moins opaques (anglais, français)
 - 1 son → plusieurs graphies
/è/: lapin, copain, faim, lundi
/é/: fait, fête, les, jouet, reine, scène
 - 1 graphie → plusieurs sons :
/s/ sac, case - /c/ crise, cerise - /g/ gare, rage -
➢ Lettres muettes : raz, coup, un cours, un court, ...

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Impact des caractéristiques des langues écrites

Plus les langues écrites sont transparentes, plus elles sont « faciles » à apprendre :
Après 1 an d'apprentissage, parmi une liste de mots courants,
→ les jeunes anglais peuvent en lire correctement 40%,
→ les jeunes français, 70%
→ et les jeunes finlandais (langue transparente) 98%

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

Le français : une langue opaque, qui privilégie le sens (sémantique)

Il n'y a rien de plus beau qu'un ballet classique



Georges passe sa journée à tirer au flan

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

2- Les aspects neuro-visuels



- Une organisation particulière du regard
→ la saisie visuelle du texte
- Une organisation cérébrale particulière
→ l'identification des mots

Apprentissage, entraînements :
→ recyclage neuronal

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant, M. Mazeau & P. Laporte 109

Une organisation particulière du regard : la saisie visuelle du texte



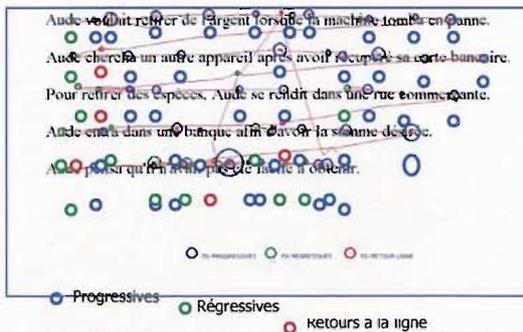
Seule une très petite zone du centre de la rétine (fovéa) permet de voir net et de lire. C'est pourquoi les yeux (caméras) doivent se déplacer de façon très précise : pour mettre les mots à lire exactement sur la fovéa

- Les yeux se déplacent par mini-sauts rapides et extrêmement précis : **les saccades**
- Ils s'immobilisent à intervalles réguliers : **les fixations**, durant lesquelles le mot est décodé
- Saccades et fixations doivent **s'organiser automatiquement** de façon linéaire, de G → D (culturel) + retour à la ligne

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant, M. Mazeau & P. Laporte 110

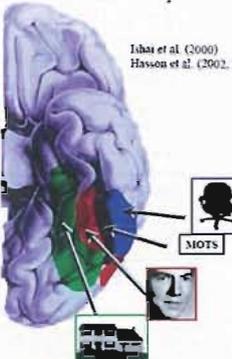
La lecture : une suite organisée de saccades et de fixations

Montoya S, Denhiere G, Baccino T, 2002, Current psychology letters : behaviour, Brain & cognition, 8, 7-21



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant, M. Mazeau & P. Laporte 111

Un centre cérébral d'identification visuelle des mots



Ishai et al. (2000)
Haxson et al. (2002, 2003)

- **Invariance perceptive**
Grâce à des neurones détecteurs de traits caractéristiques des lettres, ce sont lettres 'abstraites' de qui sont l'unité de base du traitement visuel, indépendamment de la police, de la taille, de la casse ...
- La position (ordre) des lettres est codée (traitement de la suite sérielle des lettres, et non de l'allure « 'globale' du mot » → différencier anagrammes (mais/amis, loin/lion)
- La fréquence d'apparition d'un mot facilite sa lecture

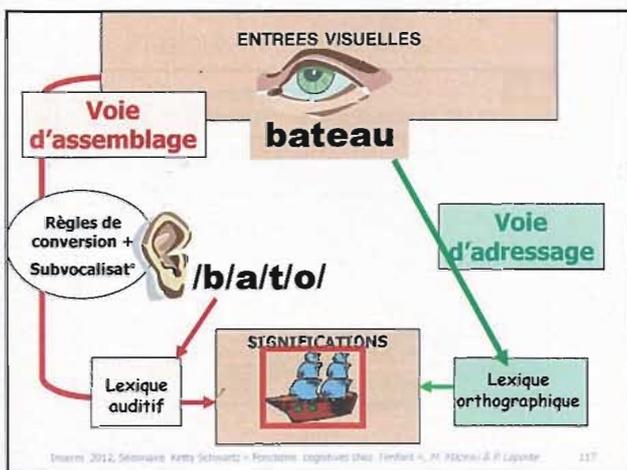
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 115



du signe graphique
→ au sens

2 chemins possibles

Les deux voies de la lecture



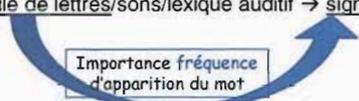


La destructuration de la familiarité visuelle des mots écrits → empêche la lecture par adressage, → oblige à une médiation phonologique (voie indirecte)

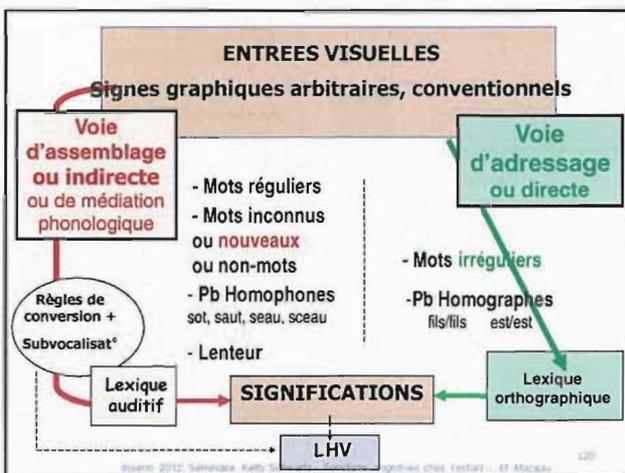
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 118

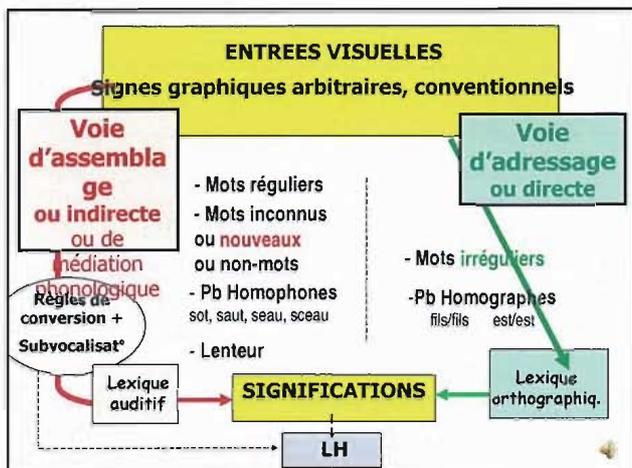
Constitution d'un lexique orthographique

- Lecture par voie indirecte (débutant) : suite sérielle de lettres/sons/lexique auditif → signification


- Appariement direct mots ↔ significations
- Le lexique orthographique se construit **progressivement**, à partir de la voie indirecte.
- Permet une lecture **rapide** (+++ compréhension, mémorisation) + orthographe d'usage

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 119





Normo-lecteur ...

- Il utilise **simultanément**, et en complémentarité les 2 voies, mais ... voie d'adressage (directe) prédominante
- Même si lecture silencieuse : codage phonologique
- Lire mobilise de nombreuses fonctions cognitives, qui se construisent de novo (entraînements visuels, phonologiques, ...)

→ Le système est en place aux alentours de 7 ans ...



Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 122

Plusieurs routes de la lecture

Apprendre à lire consiste : [Stanislas Dehaene]

- à créer une représentation visuelle invariante des mots écrits
- la mettre en connexion avec les aires cérébrales dédiées aux sons de la langue (phonologie) et au sens des mots (sémantique)

Accès à la phonologie et la prononciation (Hémisphère Gauche, Arrière)

Accès au sens (Hémisphère Gauche, Avant)

Forme visuelle des mots (temporale ventrale / forme visuelle des mots)

Entrées visuelles

Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



**Apprentissage de la lecture :
Les troubles**

ELHO, Bouquillage, éd. J.M. Bouchain, 1995

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Dyslexies

- **DÉFINITION**
Non accès (à des degrés divers) à l'apprentissage de la langue écrite (lecture/orthographe) ou **performance de lecture significativement inférieure** (test étalonné : -1,5 ou 2 DS en dessous de la norme) à ce qui est attendu ; au vu du **niveau scolaire et intellectuel** chez un enfant ayant suivi un enseignement « standard » (habituel), générant un trouble scolaire et/ou social (**handicap**)
- **Fréquence** : 3-5%
- **DEUX GRANDS TYPES DE DYSLÉXIES** :
 - Déficit en conscience phonologique : **dyslexie phonologique**
 - Anomalies de l'organisation neuro-visuelle : **dyslexie visuo-attentionnelle**.
- **D'autres difficultés en lecture**
 - secondaires à une dysphasie
 - secondaire à un déficit en mémoire de travail
 - co-occurrence avec d'autre dys (TAC, dyspraxies, TDA/H)



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Dyslexie phonologique

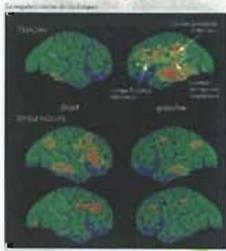


Figure 11.11. Activation cérébrale en lecture. Les images de la colonne de gauche illustrent l'activation normale de la région de lecture (aire 47) dans l'hémisphère gauche. Les images de la colonne de droite illustrent l'activation anormale de la région de lecture (aire 47) dans l'hémisphère droit. Les images de la colonne de droite illustrent également l'activation anormale de la région de lecture (aire 47) dans l'hémisphère gauche. Les images de la colonne de droite illustrent également l'activation anormale de la région de lecture (aire 47) dans l'hémisphère gauche.

Déficit conscience phonologique

- Erreurs de conversion
- Pb lecture non-mots
- Lecture lente, erreurs déchiffrage+++
- Pb compréhension +++

→ Stratégie sp. de l'enfant :

- lecture logographique
- « devination » à partir début mot

Vison d'un mot écrit :
Témoin → activation Hémisphère G
Dyslexiques → activation G faible et hyper-activation ... D!

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Dyslexie visuo-...



- **Différentes appellations**

Dyslexie par déficit de l'empan visuo-attentionnel (EVA)
 Dyslexies visuelles, visuo-attentionnelles
 Dyslexies « de surface »

- **Anomalies de la fixation, de l'empan, de l'organisation saccadique**

- perturbe lecture par voie « directe » (= adressage)
- perturbe constitution lexicale orthographique
- échec lecture/écriture mots irréguliers (régularisation)

Compensation sp : lecture quasi-exclusive par voie de conversion (assemblage) → lenteur +++, gênant la compréhension de texte

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



Dyslexies

- Journée d'appel de préparation à la défense : **5 % d'illettrés chez les jeunes de 17 ans ...**

La moitié d'entre eux sont d'authentiques dyslexiques.

- **Les problèmes psycho-sociaux** ont souvent été mis en avant pour rendre compte de ces situations → en fait les situations psycho-sociales difficiles font écran au diagnostic et empêchent ou retardent la PEC de ces jeunes ...

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

- « Le processus d'acquisition de la langue parlée est naturel et quasi-irrépressible.

Par contraste, l'acquisition de la langue écrite est le résultat d'un processus d'apprentissage long et complexe dont le succès n'est malheureusement pas assuré pour nombre d'enfants »

J. Segui et L. Ferrand (leçons de paroles)



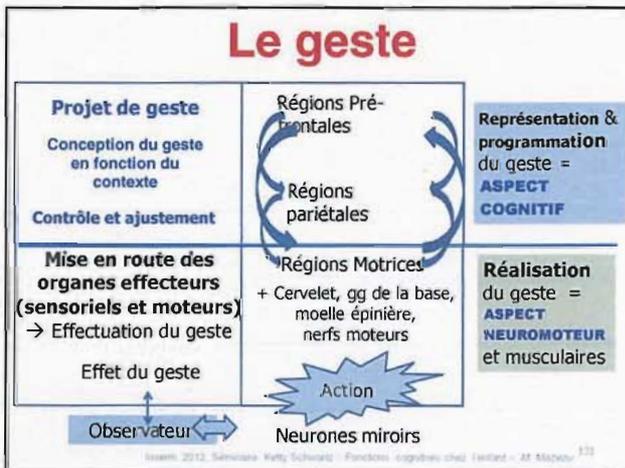
Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



Le geste : développement et troubles



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



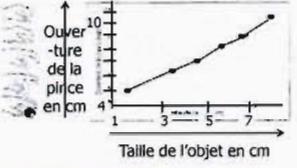


Chronophotographie d'un mouvement de prise d'un cylindre



M. Jeannerod, 2009, Le cerveau volontaire, O. Jacob, p.98

Ovoit la préformation progressive de la main au cours du mvt de transport n de la main vers l'objet. Les mouvements des doigts qui anticipent la saisie proprement dite traduisent l'existence d'une représentation visuo-motrice où sont codés les paramètres de l'objet. En particulier l'ouverture maximale durant le transport code de manière précise la taille de l'objet : le diagramme montre la corrélation linéaire entre l'amplitude de la pince (en ordonnée, en cm) et la taille de l'objet (en abscisse, en cm)



InsERM 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 133

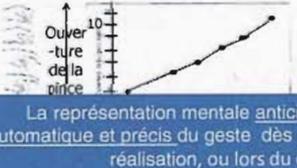
Chronophotographie d'un mouvement de prise d'un cylindre



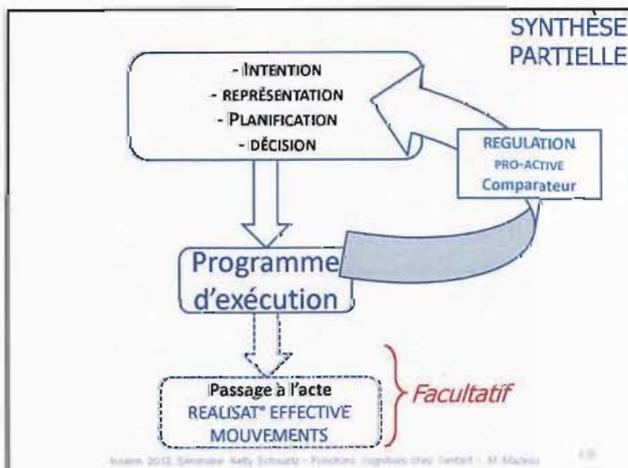
M. Jeannerod, 2009, Le cerveau volontaire, O. Jacob, p.98

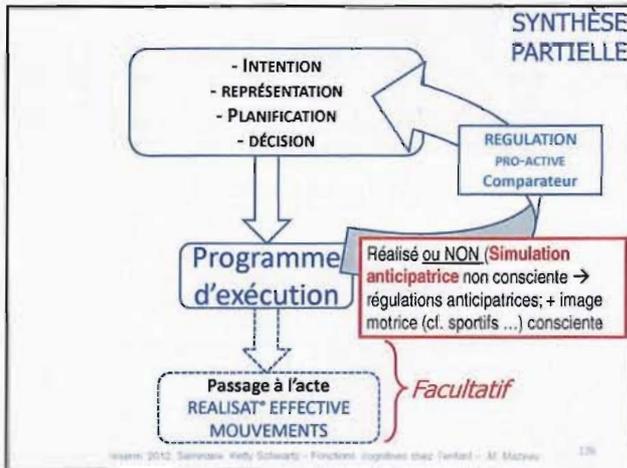
Ovoit la préformation progressive de la main au cours du mvt de transport n de la main vers l'objet. Les mouvements des doigts qui anticipent la saisie proprement dite traduisent l'existence d'une représentation visuo-motrice où sont codés les paramètres de l'objet. En particulier l'ouverture maximale durant le transport code de manière précise la taille de l'objet : le diagramme montre la corrélation linéaire entre l'amplitude de la pince (en ordonnée, en cm) et la taille de l'objet (en abscisse, en cm)

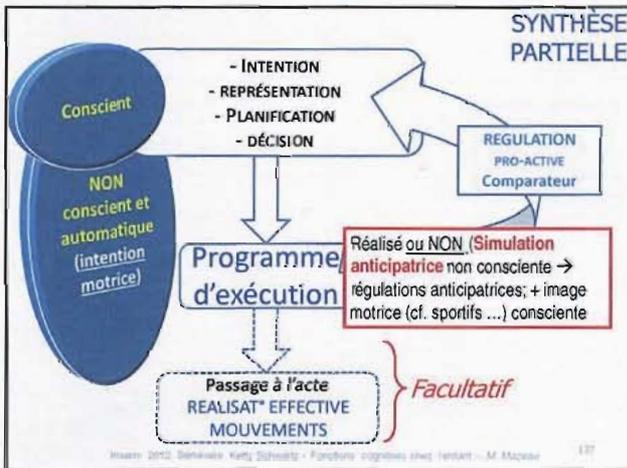
La représentation mentale anticipatrice permet un ajustement automatique et précis du geste dès sa conception (et non en cours de réalisation, ou lors du contact avec l'objet)

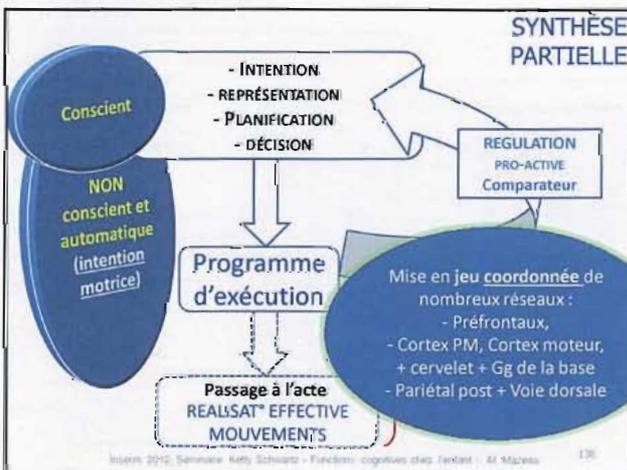


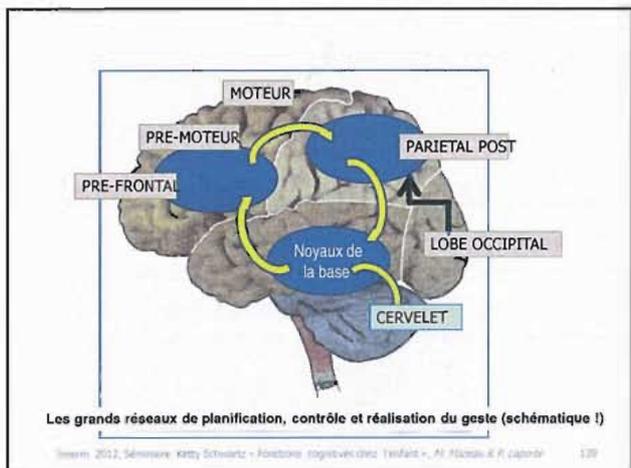
InsERM 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 134

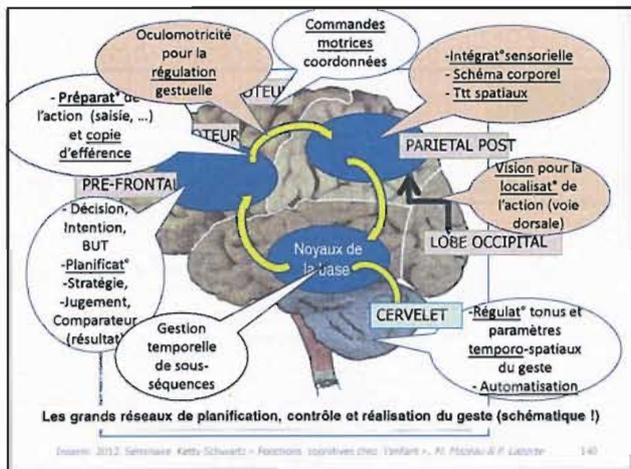


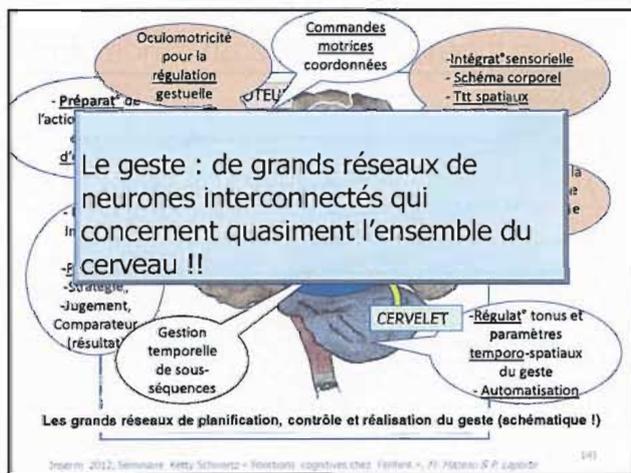














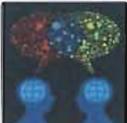
Les neurones miroirs

→ Comprendre l'action de l'autre



K0279247 www.fotossarch.fr

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 142



Les neurones miroirs (suite)

(G. Rizzolatti, années 90)



- L'observation d'une action provoque, chez l'observateur, l'activation des **mêmes réseaux de neurones** que lors de la réalisation effective du geste
- Aires frontales dites « pré-motrices » et aires pariétales



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 143



Les neurones miroirs (suite)

- Support de l'imitation
- Le système miroir, qui associe observation et exécution des actions fait partie du **système de représentation des états mentaux d'autrui** (J.L. Petit, 2004)
- Support de l'empathie, de la reconnaissance de l'autre comme distinct mais « comme soi même » (J. Decety, 2004)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 144

L'imitation : une compétence innée

Protrusion de la langue, ouverture de bouche (Meltzoff, 1983)
[Pas si prostrus° de la langue par un leurre]



➤ Imiter requiert une attention à l'autre



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 145

Imitation : racine de l'apprentissage gestuel



☑ À 9 semaines : bébés imitent mouvements de la tête, du tronc, les expressions faciales

☑ Dès 8-12 mois : imitation des gestes de l'entourage (au revoir, marionnettes, etc...)



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 146

Imitation : racine de l'apprentissage gestuel



☑ À 9 semaines : bébés imitent mouvements de la tête, du tronc, les expressions faciales

C'est l'intention et l'architecture globale du geste qui sont accessibles via l'imitation, **non les détails précis qui permettent l'ajustement habile du geste**

☑ Dès 8-12 mois : imitation des gestes de l'entourage (au revoir, marionnettes, etc...)



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 147

D'après Grèzes, Costes et Decety, 1998

Des réseaux de neurones différents sont activés **selon l'INTENTION** de l'observateur

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le geste : conclusions principales

- La représentation de l'action comporte **une partie consciente** (projet, décision, intention) **et une partie non consciente** (conception/programmation motrice) qui détermine **automatiquement** les caractéristiques motrices de l'action en fctⁿ de l'environnement.
- **La représentation précède l'action**, et peut même exister indépendamment de sa réalisation effective : c'est alors une action masquée, **une simulation** de l'action en devenir (image motrice : cf. sportifs).
- **L'observation** d'une action exécutée par un autre donne naissance, chez l'observateur à **la même représentation (simulation)** que chez l'acteur .

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le développement gestuel

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



Le geste : 2 modalités de développement

- Une « boîte à outil » innée et universelle, sélectionnée par l'Evolution, → développement des premières coordinations motrices (marche, coordinations oculomotrices, oculo-manuelles, ...)
- + Un enseignement de gestes « nouveaux » (au regard de l'évolution) → recyclage neuronal = gestes de la vie quotidienne (saluts, habillage, repas + gestes scolaires (règle, gomme, ciseaux, trousse, classeurs) + graphisme + conduire une voiture + utiliser ordinateur + outils + ...,




Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



Le geste : 2 modalités de développement

- Une « boîte à outil » innée et universelle, sélectionnée par l'Evolution, → développement des premières coordinations motrices (marche, coordinations oculomotrices, oculo-manuelles, ...)
- + Un enseignement de gestes « nouveaux » (au regard de l'évolution) → recyclage neuronal = gestes de la vie quotidienne (saluts, habillage, repas + gestes scolaires (règle, gomme, ciseaux, trousse, classeurs) + graphisme + conduire une voiture + utiliser ordinateur + outils + ...,

Le patrimoine génétique de l'espèce ET **La transmission culturelle**




Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le développement gestuel : autrement dit

1 - Des aptitudes sensori-motrices sélectionnées par l'évolution

Apprentissages IMPLICITES (= spontanés)

- Mode de locomotion
- Coordinations oculo-motrices
- Saisies rapides (proies, ballon, ...), etc.

- Idem dans toute l'espèce humaine (universel)
- développement = acquisition lié à maturation et libre jeu des systèmes sensori-moteurs



2 - Des aptitudes liées aux aspects culturels

Transmission INTENTIONNELLE : démos, entraînements, explications, ...

- S'habiller
- Manger
- Se saluer
- Ecrire, ...

- Dépend de l'époque et du lieu
- L'aptitude en se manifeste pas si elle n'est pas enseignée et entraînée




Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le développement gestuel : autrement dit

1 - Des aptitudes sensori-motrices sélectionnées par l'évolution

Développement
précoce de la
coordination motrice

- Idem dans toute l'espèce humaine (**universel**)
- développement = acquisition lié à maturation et libre jeu des systèmes sensori-moteurs



2 - Des aptitudes liées aux aspects culturels

Transmission INTENTIONNELLE : démos, entraînements, explications, ...

- S'habiller
- Manger
- Se saluer
- Ecrire, ...

- Dépend de l'époque et du lieu
- L'aptitude en se manifeste pas si elle n'est pas enseignée et entraînée



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 154

Le développement gestuel : autrement dit ...

1 - Des aptitudes sensori-motrices sélectionnées par l'évolution

Apprentissages **IMPLICITES** (= spontanés)

- Mode de locomotion
- Coordinations oculo-motrices
- Saisies rapides (proies, ballon, ...) etc.

- Idem dans toute l'espèce humaine (**universel**)
- développement = acquisition lié à maturation et libre jeu des systèmes sensori-moteurs



2 - Des aptitudes liées aux aspects culturels

Transmission INTENTIONNELLE : démos, entraînements, explications, ...

Développement > 3-4 ans +
développement des repères
spatiaux
= **PRAXIES**



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 155



Activités contrôlées / automatisées

- Les activités contrôlées sont plutôt lentes et **très coûteuses en attention** et fonction exécutives. Elles sont **facilement perturbées par un évènement intercurrent ou une tâche secondaire simultanée (= double tâche)**
- Les activités automatisées +++ constituent l'essentiel du fonctionnement cérébral. **Ce sont des procédures non-conscientes**, dont le résultat peut quelquefois, lui, être conscient.

Elles sont automatisées d'emblée **ou après une période d'apprentissage.**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 156



**Un geste efficace est un geste
AUTOMATISE**
C'est aussi **la condition** pour qu'une activité cognitive autre (écouter, comprendre, mémoriser, ...) puisse être **concomitante d'un geste (double-tâche)**.

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 157

Quelques repères chronologiques

• Développement universel

- 0-3/4 mois : orientation du regard, tenue de tête
- 6 mois : exploration visuelle, prise manuelle malhabile
- 9-10 mois : tient assis, porte les objets à la bouche, passe les objets d'une main dans l'autre
- 10-14 mois : se déplace au sol, pince fine pouce/index, se met debout avec appui
- 10-18 mois : marche libre, marche à reculons, lance un ballon
- 24 mois : court, tape dans un ballon avec le pied
- 36 mois : monte un escalier en alterné, saute sur un pied, pédale (tricycle)
- 6-7/8 ans : Vélo sans petites roues, nager, sauter à la corde, jouer à la marelle, patins à roulettes, piano, tennis, ...



Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 158

Quelques repères chronologiques

• Développement universel

- 0-3/4 mois : orientation du regard, tenue de tête
- 6 mois : exploration visuelle, prise manuelle malhabile
- 9-10 mois : tient assis, porte les objets à la bouche, passe les objets d'une main dans l'autre
- 10-14 mois : se déplace au sol, pince fine pouce/index, se met debout avec appui
- 10-18 mois : marche libre, marche à reculons, lance un ballon
- 24 mois : court, tape dans un ballon avec le pied
- 36 mois : monte un escalier en alterné, saute sur un pied, pédale (tricycle)
- 6-7/8 ans : Vélo sans petites roues, nager, sauter à la corde, jouer à la marelle, patins à roulettes, piano, tennis, ...

Importance +++ pour socialisation, loisirs, construction identitaire (garçons), estime de soi, ...

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 159

Quelques repères chronologiques

• Développement « culturel »

REPAS	HABILLAGE	HYGIÈNE
9-12 m : boit seul biberon 2 ans : mange seul (cuillère) 4 ans : se sert à boire 5 ans : tartine son pain avec couteau 6 ans : coupe viande peu résistante	12-18 mois : enlève pantalon pyjama 2 ans : enlève ses chaussettes 4 ans : se déshabille seul 5 ans : met les chaussures au bon pied 6/8 ans : s'habille entièrement, lace ses lacets, met des gants	2-4 ans : se mouche 4-5 ans : se lave les mains 5-6 ans : se brosse les dents, essuie ses lunettes 8-10 ans : prend sa douche à peu près correctement ! (shampooing, rinçage, essuyage)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant » - M. Mazeau

Quelques repères chronologiques

• Développement « culturel »

REPAS	HABILLAGE	HYGIÈNE
9-12 m : boit seul biberon 2 ans : mange seul (cuillère) 4 ans : se sert à boire 5 ans : tartine son pain avec couteau 6 ans : coupe viande peu résistante	12-18 mois : enlève pantalon pyjama 2 ans : enlève ses chaussettes 4 ans : se déshabille seul 5 ans : met les chaussures au bon pied 6/8 ans : s'habille entièrement, lace ses lacets, met des gants	2-4 ans : se mouche 4-5 ans : se lave les mains 5-6 ans : se brosse les dents, essuie ses lunettes 8-10 ans : prend sa douche à peu près correctement ! (shampooing, rinçage, essuyage)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant » - M. Mazeau

+ Téléphoner, utiliser un micro-onde, une souris d'ordinateur, une clé, etc...
 Encore + tard ... conduire une voiture, se raser, faire un brushing, un nœud de cravate, ...

Quelques repères chronologiques

• Développement « culturel » : les gestes scolaires

PSM	MSM	GSM
- Sortir et ranger les feutre du paquet - Boucher/déboucher un feutre - Coller des gommettes - Utiliser un tube de colle - Tourner les pages (livre, cahier)	- Ciseaux : découpe rectiligne	- Ciseaux : découpe complexe - Utiliser la règle - Prise tridigitale du crayon - Utiliser un taille-crayon - Utiliser une gomme

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant » - M. Mazeau & P. Laporte

Quelques repères chronologiques

- Développement « culturel » : les gestes scolaires

PSM	MSM	GSM
- Sortir et ranger le paquet - Boucher/déboucher un feutre - Coller des gommettes - Utiliser un tube de colle - Tourner les pages (livre, cahier)	+ cartable, trousse, classeurs, compas, rapporteur, ...	- Ciseaux : découpe simple - Règle - Règle digitale - Utiliser un taille-crayon - Utiliser une gomme

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 162

Quelques repères chronologiques

- Développement « culturel » : les gestes scolaires

PSM	MSM	GSM
- Sortir et ranger les feutres du paquet - Boucher/déboucher un feutre - Coller des gommettes - Utiliser un tube de colle - Tourner les pages (livre, cahier)	- Ciseaux : découpe rectiligne	- Ciseaux : découpe complexe - Utiliser la règle - Prise tridigitale du crayon - Utiliser un taille-crayon - Utiliser une gomme

+ LE GRAPHISME

Pour être efficace en classe l'écriture doit être :

- 1- suffisamment lisible
- 2- suffisamment rapide
- 3- suffisamment automatisée

163

Quelques repères chronologiques

- Développement « culturel » : les gestes scolaires

PSM	MSM	GSM
- Sortir et ranger le paquet - Boucher/déboucher un feutre - Coller des gommettes - Utiliser un tube de colle - Tourner les pages (livre, cahier)	+ cartable, trousse, classeurs, compas, rapporteur, ...	- Ciseaux : découpe complexe - Règle digitale - Utiliser un taille-crayon - Utiliser une gomme

+ LE GRAPHISME

Pour être efficace en classe l'écriture doit être :

- 1- suffisamment lisible
- 2- suffisamment rapide
- 3- suffisamment automatisée

168




Les troubles du développement du geste (TAC // Dyspraxies)



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Apraxie → suite
à 1 accident

Dyspraxie → de naissance
Trouble

Acquisition de la
Coordination

Trouble du développement gestuel : définitions

Retard ou déficit d'acquisition

- **En l'absence** de déficience mentale ou de tr. psychiatrique, de trouble neuro-moteur, neuro-sensoriel, neuro-musculaire
- **Alors que** l'enfant a été exposé à un apprentissage habituel, dans un environnement habituel

Différents termes :

**DYSPRAXIE, RETARD PSYCHO-MOTEUR,
TAC TR. SPÉ. du DÉVLPT MOTEUR**

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau - 167

TAC c'est global
pb graphique
↳ trouble constant

Les signes d'appel

- Retard, maladresse ou non acquisition dans les acquisitions psychomotrices **de la première enfance** (station assise, marche, ...)



ET/OU

- Retard, maladresse ou non acquisition des gestes culturels, enseignés à **partir de l'âge de 3-5 ans**



Maladresse, lenteur et retard graphique sont **constants**.
Les troubles de structuration spatiale sont **fréquents** (se perd, problème avec plans & géométrie, organisation, ...)



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau - 168

Au total, le geste

- rend possible et facile la vie quotidienne,
- participe à **la conscience de soi** et des états mentaux de l'autre,
- Son caractère **automatique** permet de parler et réfléchir tout en marchant, écrivant, conduisant, vissant, ...



Lorsque ce n'est pas le cas, **lenteur, fatigabilité et situations de double-tâche** peuvent compromettre les apprentissages scolaires et altérer chaque instant de la journée ...

Inserm 2012. Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau



dyspraxie motrice
dyspraxie visio spatiale
(faire une tour de cubes)



LES FONCTIONS COGNITIVES TRANSVERSALES :

Les fonctions attentionnelles, mnésiques et exécutives

Des fonctions transversales

- Donc ... des fonctions « ciblées » pour une tâche cognitive précise : langage oral, langage écrit, calcul, praxies, ... précédemment abordées
 - **Et des fonctions transversales**
 - pour lesquelles nous disposons de « boîtes à outils » d'emblée, mais qui doivent se développer en fonction de l'âge, des interactions avec l'environnement et des enseignements (culturels) prodigués
 - qui irriguent toutes les autres fonctions spécifiques
 - importance+++ pour TOUS les apprentissages
1. → Attention (~ filtre et focalisation)
 2. → Mémoires (~ stockage infos)
 3. → Fonctions dites « exécutives » (~chef d'orchestre/manager)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 177

Les fonctions attentionnelles



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 178

Fonctions attentionnelles : Plan

- **Le système attentionnel**

1. La fonction d'alerte
2. La fonction d'orientation
3. La fonction exécutive attentionnelle
4. Les réseaux neuronaux

- **Quelques notions développementales**

- Les troubles : le **TDA/H**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte



- « Manque d'attention et de concentration » lit-on bien souvent sur les bulletins scolaires.
- « Il ne fait attention à rien », « Il a de gros problèmes d'attention »
- « Une mouche qui vole le distrait »...
- « Mais enfin, fais attention ! »
- « Il fait des fautes d'inattention en orthographe, en calcul », etc....

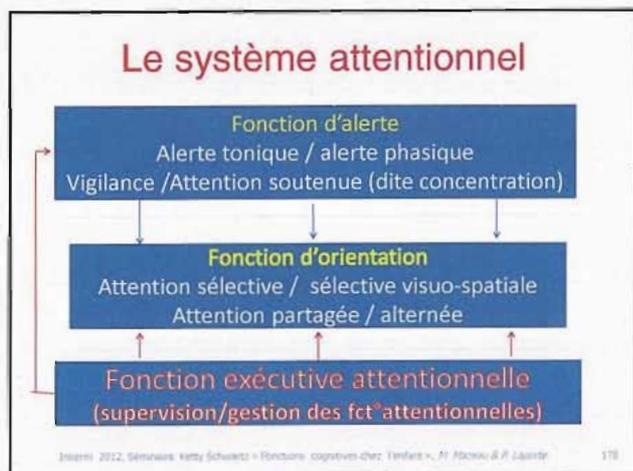


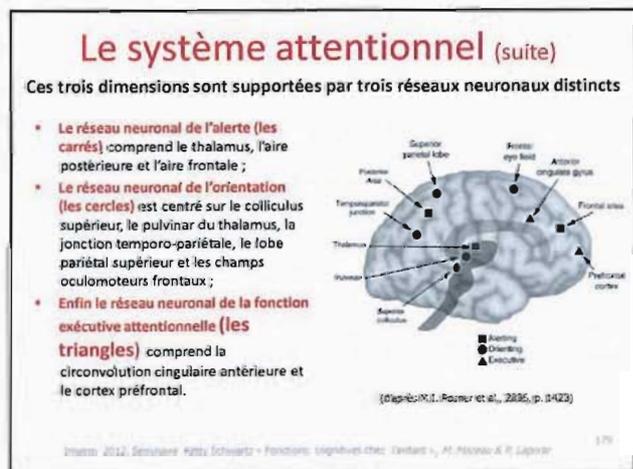
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

- Toutes ces remarques réfèrent, en fait, à des **fonctions attentionnelles distinctes**, car l'attention **n'est pas une**.

- On parle de **système attentionnel** comprenant **trois sous-systèmes**, dimensions, fonctions :

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte





1°- La fonction d'alerte

Elle comprend :

- L'alerte tonique
- L'alerte phasique
- La vigilance
- L'attention soutenue (dite concentration)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 180

L'alerte tonique et phasique

- **L'alerte tonique** : c'est le contrôle cognitif général de l'éveil, l'état d'éveil correspondant à l'atteinte d'un certain niveau global de mobilisation des ressources mentales.

Quand vous vous réveillez, vous élevez progressivement votre niveau d'alerte tonique avec ou sans la nécessité d'un café ou d'une douche bien fraîche.....



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 181



Alerte tonique et phasique (suite)



- **L'alerte phasique** : elle est impliquée dans l'élévation et le maintien d'un état d'alerte préparatoire à l'apparition imminente d'un stimulus

- Ex : j'entends derrière moi un bruit de pattes qui m'avertit que ce maudit chat s'apprête à sauter sur mon tiramisu...
- Elle est **volontaire et transitoire**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 182

Vigilance / attention soutenue

La **vigilance** et l'attention soutenue (= concentration) correspondent à un haut niveau d'alerte sur de longs intervalles de temps au cours desquels le nombre de stimuli est

- **faible** pour la vigilance
- **élevé** pour la concentration



Ex : **Votre vigilance** est fortement sollicitée la nuit, à 3 heures du matin, sur une autoroute quasi déserte où vous ne rencontrez que peu fréquemment d'autres véhicules qu'il convient d'éviter...



Ex : **Votre concentration** est fortement sollicitée - quand vous lisez un texte difficile à comprendre, - ou que vous êtes sur une voie d'escalade ardue...

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 183

2° - La fonction d'orientation de l'attention

Elle comprend :

- L'attention sélective (focalisée)
- L'attention sélective visuo-spatiale
- L'attention partagée (divisée)
- L'attention alternée

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 184

L'attention sélective (i.e. focalisée)

- Elle réfère à la capacité de **rester centré** sur la tâche en cours (choisie, pertinente), **tout en inhibant les distracteurs**.

Ex : Elle est fortement mobilisée quand vous devez écouter ce que je dis alors que votre voisine bavarde comme une pie et que cela vous agace, d'où le sumom de la pie en occitan : « l'agaça » !.....

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 185

L'attention sélective visuo-spatiale



- Elle se différencie de l'attention sélective en ce que **les distracteurs et la tâche elle-même, sont plongés dans un environnement dont les éléments sont mobiles**.
- Ex: Ainsi, cette forme d'attention est fortement mobilisée quand vous vous trouvez, en ville, dans le flot de la circulation en suivant votre voie avec forte attention portée aux autres véhicules, sans vous laisser distraire par les panneaux de publicité racoleurs supposés attirer votre regard....

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 186

L'attention partagée / alternée



- **L'attention partagée (ou divisée)** : elle recouvre la capacité de focaliser son attention sur deux sources de stimuli simultanément.
Ex : en ce moment , vous m'écoutez et vous regardez en même temps les diapos.
- **L'attention alternée** se différencie par le fait que la focalisation attentionnelle sur les deux sources de stimuli alterne de l'une à l'autre.
Ex: Elle est mobilisée, par exemple, quand vous regardez la télé tout en surveillant votre jeune enfant qui a bien envie de faire quelques bêtises.....

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 157

3- La fonction exécutive attentionnelle

- C'est un système de supervision, de contrôle, qui est mobilisé dans des actions volontaires, nouvelles ou complexes, pour lesquelles la mobilisation routinière, habituelle, d'actions est inefficace.



Ex : dans des situations de surcharge cognitive où la personne doit prêter attention à plusieurs sources de stimuli dont les éléments varient constamment.....

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 158

Comment fonctionne ce « superviseur », ce système de contrôle ?

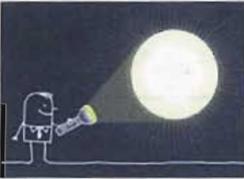
Mécanismes fondamentaux :

- Les mécanismes neurocognitifs de gestion de l'orientation attentionnelle
- Exemple de la gestion des ressources attentionnelles lors de l'attention divisée (partagée)= fct° exécutives
- Les mécanismes de mise en jeu de l'attention : exogène / endogène

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 159

L'orientation de l'attention

Analogie du phare » ou de « la torche » attentionnelle



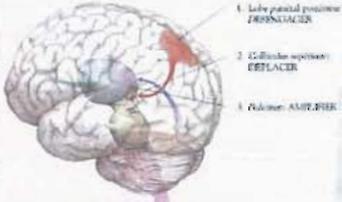
- La cible attentionnelle est comme « mise en lumière », les autres éléments (non ciblés actuellement par l'attention) sont au contraire « dans l'ombre » (facilite leur inhibition en tant que « distracteurs »)
- Donc, changement de cible suppose
 - 1- désengagement;
 - 2- réorientation;
 - 3- amplification de la cible (facilite son traitement cognitif)

L'attention est un phénomène DYNAMIQUE +++

Inserm 2012, Séminaire Kitty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau - E.P. Laporte

Les mécanismes de l'orientation attentionnelle (suite)

Posner et Raichle (1997) ont démontré l'existence de **trois structures du réseau d'orientation** assurant trois fonctions requises dans l'orientation de l'attention.



1. **Désengagement** de sa localisation initiale,
2. **Déplacement** dans la direction de la localisation attendue de la cible
3. Finalement la **cible est amplifiée**, mise en surbrillance.

(d'après Posner et Raichle, 1997, p. 168)

Séminaire Kitty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau

Les mises en jeu de l'attention : exogène et endogène

- L'attention exogène est **déclenchée** par une stimulation **inattendue (saillante)** surgissant dans un endroit quelconque de **voire environnement**.
- Cette forme d'orientation attentionnelle est donc **dirigée par les évènements**.
- Elle est **automatique, brève, involontaire** et interrompt l'activité en cours



Séminaire Kitty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau

Les mises en jeu de l'attention : exogène et endogène (suite)

- L'orientation **endogène** est, quant à elle, **volontaire et intentionnelle**. Elle est liée à des effets d'attente.
- Elle est motivée par **le projet du sujet** (et non par les événements extérieurs) : elle crée un espace de liberté entre l'environnement et le sujet



Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 170

Attention : le développement

- Les nourrissons sont surexcités par la **nouveauté** => la fonction d'**orientation exogène** est fortement mobilisée (dépendent de leur environnement +++)
- Dès **3-4 mois**, les processus de **désengagement du focus attentionnel** (retrait du point de fixation attentionnelle en cours), de déplacement et de réengagement sur le nouveau stimulus, sont **présents**.



Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 184

L'attention conjointe



- Entre **9 et 12 mois**, émergent les capacités d'**attention conjointe**
- C'est ainsi que l'**attention sélective visuo-spatiale** joue un rôle **précoce** en permettant au bébé de s'orienter **de façon sélective**

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 189



- A partir de 2 ans, émergence indiscutable des processus endogènes de l'attention (contrôle volontaire de l'attention, i.e. orientation délibérée vers une cible choisie et maintien durable de celle-ci).
- De 2 à 15-16 ans, les diverses fonctions attentionnelles se développent de façon quasi continue (progression linéaire). Cf. test normés

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau



Les troubles de l'attention le TDAH

- Syndrome de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité-impulsivité.
- Il s'agit du trouble attentionnel le plus connu.
- Dans le type TDAH « Inattentif strict » (propositions pour le DSM – V, 2012), les comportements d'inattention constituent seuls le tableau clinique.

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

TDAH « Inattentif strict »

- Les 9 critères diagnostiques réfèrent aux différentes fonct° attentionnelles examinées précédemment

	Fct° d'alerte, attention soutenue (concentration)	Fct° orientation Attention endogène Sélective /Visuo-Spatiale Partagée / Alternée,	Fct° exécutives Supervision/Contrôle
Plaintes	- Difficultés à soutenir son attention, - Ne semble pas écouter », - Réticent pour s'engager dans des tâches nécessitant un effort mental soutenu	- Ne parvient pas à prêter attention aux détails - Facilement distrait - Perd les objets - Oublieux »,	-Ne suit pas les instructions, les consignes - A du mal à organiser les tâches et les activités

Source: 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte



Attention : conclusions

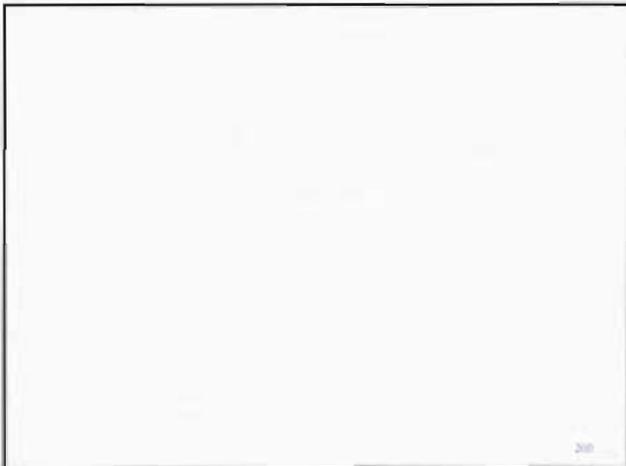
Système **complexe** et **dynamique** (changer de cible +++) qui

- « Filtre » ou « met en lumière » **les infos pertinentes**, tout en **inhibant** (négligeant, laissant dans l'ombre) les distracteurs,
- **en facilite le traitement** (« mise en lumière », activat°)

→ **Indispensable pour apprentissages +++**

→ **Évolue avec l'âge +++**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte





LES FONCTIONS MNESIQUES

- Les mémoires : Plan**
- Mémoires : Généralités & bases neurophysiologiques
 - Mémoire transitoire : MT (mémoire de travail)
 - Mémoires à long terme (MLT)
 - Aspects développementaux
 - Les troubles de la mémoire
- Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 2013

Les mémoires

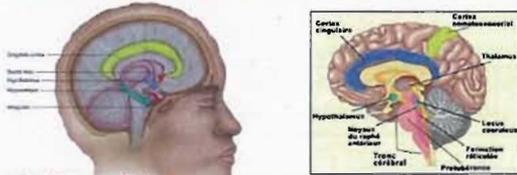


- Le système mnésique est composé de deux grands sous-systèmes eux-mêmes composites :
 - 1- Les mémoires transitoires :
 - Mémoire de travail (MT)
 - et Mémoire à court terme (MCT)
 - 2- Les mémoires à long terme :
 - mémoires épisodique / sémantique;
 - mémoires déclarative / procédurale

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 2014

mémoire déclarative
est opposée à la
mémoire procédurale

Les mémoires : substrats cérébraux

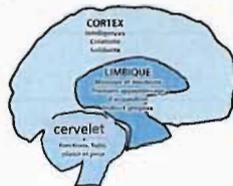


- Les **mémoires transitoires** sont supportées principalement par un **réseau antéro-postérieur bilatéral** de différentes régions préfrontales, pariétales et cérébelleuses, ...
- Les **mémoires à long terme** sont supportées par un vaste réseau neuronal impliquant le cortex préfrontal, la région hippocampique, le cortex associatif postérieur et la circonvolution cingulaire.
- Les **régions préfrontales** et la **formation hippocampique** sont les deux structures principales permettant la **connexion entre les mémoires transitoires et à long terme**.

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

Les mémoires : substrats cérébraux (suite)

- De façon plus générale, on peut dire que ce sont les structures constituant **le système limbique** (hippocampes, thalamus, circonvolution cingulaire) qui sont spécialisées dans les traitements mnésiques en permettant **le stockage et le rappel des souvenirs ainsi que l'engrammation des apprentissages nouveaux**.



- **Le cortex**, quant à lui, est le support de la mémoire distribuée (non focalisée en une zone identifiable, localisable, spécifiquement), en particulier **des mémoires épisodique, sémantique et procédurale**.

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

Les bases cellulaires de la mémoire

- Donald Hebb (1949) découvrit que l'apprentissage et la mémoire sont à l'origine de **changements synaptiques**
- « *Quand l'axone d'une cellule A stimule et excite de façon répétitive ou persistante une cellule B, il se produit certains processus de croissance ou des changements métaboliques, de sorte que l'efficacité de A sur les décharges de B est accrue.* »
- Ce phénomène renforce leurs connexions pendant un court instant : **la trace du stimulus persiste après sa disparition**. Si l'activité est suffisante, **ce renforcement se stabilisera de façon durable**.

juin 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - P. Laporte et M. Mazeau

Les bases cellulaires et moléculaires de la mémoire

(suite)

- Ainsi, un stimulus (le cercle) forme une trace mémorielle très brève qui provoque l'activation de l'assemblée des neurones.
- Ce phénomène renforce leurs connexions pendant un court instant ; la trace du stimulus persiste après sa disparition. Si l'activité est suffisante, ce renforcement se stabilisera de façon durable.



Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - P. Laporte et M. Mazeau

Les bases cellulaires et moléculaires de la mémoire

(suite)

- Si ce renforcement est stabilisé, lorsqu'une seule partie du stimulus sera présentée, il se produira une activation partielle.
- Cette activation partielle diffusera à l'ensemble des neurones et tout l'engramme sera révélé. Par exemple, quand vous pensez à une fleur, tous les composants sensoriels de cette fleur sont rappelés en même temps (visuels, olfactifs, tactiles, cognitifs,...)



Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - P. Laporte et M. Mazeau

Les bases cellulaires de la mémoire (suite)

- Les souvenirs sont ainsi encodés initialement sous forme d'**activités neuronales spécifiques** dans de vastes réseaux de neurones.
- Ces configurations d'activité constituent les **traces mnésiques**.
- Le **stockage à long terme** de ces traces mnésiques repose alors sur **des modifications durables** des connexions entre neurones, les **synapses**.

Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - P. Laporte et M. Mazeau

Mémoire de travail : définitions

- Garder « en mémoire » simultanément **quelques infos (5 +/- 2)**, le temps (< 2 secondes) d'effectuer un « travail » cognitif sur ces infos, les manipuler : penser, déduire, comprendre, ...

[Donc ... pas de « stockage »]

Ex : $(6 \times 3) + 2 + 5$?
 Ex : empan envers

- Indispensable → compréhension du langage oral en temps réel, compréhension de lecture, calcul mental, raisonnements, etc ...

« L'homme dont le fils est mon voisin est le seul qui n'a pas apporté de cadeau à l'occasion de ... »

Inserm - 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 211

Mémoire de travail : définitions (suite)

Analogies :

→ Mémoire vive des ordis

→ **jongleur** (aspect dynamique +++):

Nbre limité d'infos, temps limité

Inputs permanents arrivent dans le système (de l'extérieur, ou extraits de sa propre MLT) : il faut choisir ceux qui sont pertinents pour vider/remplir de façon pertinente



Ex : suite de chiffres, empan de 4



Inserm - 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 212

Mémoire de travail



Exemple : **Apprendre** le doigté d'un concerto pour piano.

Elle peut être verbale, visuelle, kinesthésique, ...

La mémoire de travail auditive-verbale est facilitée par la répétition des items (**boucle phonologique**)

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - Fonctions cognitives chez l'enfant - P. Laporte et M. Mazeau 213

Mémoire de travail : synthèse



La Liseuse, Fragonard

- La **mémoire de travail** permet de **stocker** et de **manipuler activement** des informations pendant de courtes périodes de l'ordre de quelques secondes.
- Dans la **vie quotidienne**, elle est mobilisée dans le **calcul mental**, la **lecture**, regarder un **film**, **suivre une conversation**, un **itinéraire** de randonnée, etc.....
- Elle est **fondamentale pour comprendre, apprendre, faire des liens, déduire, inférer, ...**

Séminaire: Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 214

Les mémoires à long terme (MLT)

- Le souvenir (info) est **stocké** de quelques minutes → toute la vie
- Analogie = TGB *très grande biblio*
Stockage + indigage (récupérat° du souvenir)
- Récupération infos :
 - Reconnaissance
 - Rappel (libre, ou indicé)



Séminaire: Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 215

Les mémoires à long terme (MLT)



La persistance de la mémoire (Salvador Dali, 1931)

- « **Les** » : on distingue en effet plusieurs types de mémoire à long terme que l'on oppose deux par deux :
- **Mémoire épisodique / mémoire sémantique**
- **Mémoire déclarative (i.e. explicite) / mémoire non déclarative (i.e. procédurale, implicite)**

Séminaire: Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 216

MLT : mémoire procédurale /déclarative

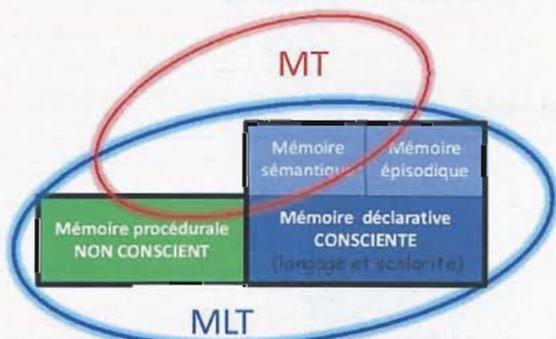


- Comme son nom l'indique, son contenu fait référence aux « procédures », au « **savoir comment** », au « **savoir faire** »
- Elle contient un ensemble d'apprentissages dont les acquisitions se caractérisent par le fait qu'elles **ne peuvent pas être « racontées »**, étant le plus souvent inconscientes.
- Cette mémoire intervient, par exemple, lors de l'acquisition et de l'utilisation de compétences motrices comme **faire du vélo ou produire la parole**.
- Elle est qualifiée d'**implicite** du fait du stockage **sans conscience de ses contenus**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 220

mémoire procédurale
ne peut pas être
décrite.

Les différentes mémoires : synthèse



Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

Autre type de mémoire : la mémoire prospective

- La **mémoire prospective** pour parler de la capacité de se souvenir d'une action que l'on doit réaliser dans le futur.
- Par exemple, demain, je dois penser à aller chercher mon nouveau passeport et téléphoner à l'agence de voyage, je dois éteindre le four dans 20 mn, ...
- Très importante dans la **vie quotidienne** +++

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Mémoires : données développementales

- La **mémoire (reconnaissance)** est active pratiquement **dès la naissance** et elle poursuit sa maturation durant la première année en **se développant** de manière très importante au cours des **6 premiers mois**.
- la capacité à se souvenir est **présente dès l'âge de 6 mois**.
- **A partir de 8 mois**, l'enfant peut **penser** à un jouet, ou un panier d'œufs en chocolat, qui **n'est pas physiquement présent** et le réclamer.



Séminaire 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

22

Données développementales - Mémoire sémantique



- De **8 à 18 mois**, la mémoire sémantique **se développe de façon importante** avec la conscience des choses, personnes, lieux, de certains concepts, etc....
- **Dès l'âge de 4 – 5 ans**, les enfants ont déjà acquis une quantité considérable de connaissances sémantiques qu'ils ont donc **stockées en mémoire à long terme sémantique**.

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

23

Données développementales : Mémoire épisodique



- C'est **entre 3 ans et demi et 4 ans** que la **mémoire autobiographique épisodique** commence à se développer.
- De **3 à 5 ans**, les souvenirs réfèrent principalement plus au contenu d'une « mémoire naturelle/autobiographique » concernant **les événements de vie quotidienne** de l'enfant
- La capacité à accéder à des **souvenirs spécifiques s'acquiert** et se développe durant les **périodes préscolaires (3-5 ans) et scolaires (6-12 ans)**.

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

24

Données développementales

Mémoire explicite / mémoire implicite

- A partir de 6 ans, c'est l'utilisation du langage comme « outil pour penser » qui va provoquer d'importants changements dans le développement de la mémoire.
- Les enfants prennent conscience qu'ils ont des éléments d'informations utilisables dans leur mémoire. Avant 5-6 ans, c'est cette moindre conscience d'avoir des contenus d'information en mémoire qui pourrait expliquer les limites habituellement constatées dans leur utilisation de leur mémoire.

Séminaire Kitty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

Données développementales

Mémoire explicite / mémoire implicite

- Il existerait ainsi une différence développementale fondamentale entre la mémoire implicite et la mémoire explicite.
- La mémoire implicite apparaîtrait pratiquement dès la naissance et resterait telle quelle jusqu'à la vieillesse en étant préservée (robuste +++). Elle constituerait un système de mémoire cognitive inconsciente, non intentionnelle, comme une aptitude biologique primaire repérable dans toutes les cultures.

Séminaire Kitty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

Données développementales

Mémoire explicite / mémoire implicite

- La mémoire explicite, quant à elle, intentionnelle, serait une aptitude secondaire, façonnée par une culture spécifique, et plus particulièrement par le système scolaire.
- Cela vous rappelle la « boîte à outils » (mémoire implicite, procédurale) et le « recyclage neuronal » (mémoires déclaratives, sémantique et épisodique)...

Séminaire Kitty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau

Mémoires, développement : Synthèse

Sous-système mnésique →	Mémoire procédurale	Mémoire épisodique et biographique	Mémoire sémantique
A partir de ...	Naissance +++	3-3 ½ ans Premiers souvenirs « racontables » (déclaratifs, conscients)	8-18 mois
Evolution	Peu d'évolution	Développement +++ à partir de 3-5 ans	- Dès 4-5 ans beaucoup de conn. sur le monde, les gens, l'environnement, sont stockées en MLT - Développement +++ période scolaire (5-12 ans)
Caractéristique	- « boîte à outils » d'emblée - Non consciente (implicite) - Robuste	Mémoire déclarative - Recyclage neuronal - Explicite, conscient - Importance langage, scolarité +++ - Fragile	

Les troubles de la mémoire mémoire prospective

- 50 à 70 % des défaillances mnésiques observables dans la vie quotidienne concernent la **mémoire prospective**, le souvenir des actions que l'on doit réaliser dans le futur.....

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Troubles de la mémoire : MT

- Des enfants présentant ces troubles vont avoir un **accès au sens difficile à très difficile**, tant en **langage écrit (consignes longues, récits, ...)** qu'en **langage oral (consignes longues, explications verbales complexes, discours, conversations, ...)**.
- Par exemple : l'enfant lit relativement bien, mais arrivé au bout du texte à lire, c'est comme s'il n'avait rien compris à ce qu'il venait de lire, parce qu'il ne souvient pas de ce qu'il a lu au début ou en cours de lecture. **Ceci est d'autant plus vrai que le texte à lire est long.**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

Troubles de la mémoire : MT

- Par ailleurs, comme les compétences phonologiques mobilisent fortement la mémoire de travail, on observe chez ces enfants d'importantes difficultés dans l'acquisition de **mots nouveaux** et dans la mobilisation de la **voie d'assemblage (voie indirecte) en lecture**.
- On comprend également fort bien les **difficultés en arithmétique** (calcul mental), comme en **mathématiques** (compréhension des énoncés longs ou compliqués).

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazzeu, P. Laporte

23

Troubles de la mémoire : MLT mémoire déclarative explicite

- C'est **vers l'âge de 6-8 ans**, lors de l'entrée dans les **apprentissages académiques** (i.e. de nature arbitraire, tels les tables de multiplication, les leçons d'histoire et de géographie, l'orthographe d'usage, etc...) que **va se révéler** ce trouble de la mémoire à long terme épisodique explicite, intentionnelle.
- En particulier, le **développement** du **langage oral** comme le développement initial du **langage écrit** (relatif à un apprentissage procédural), se sont effectués **normalement**. Il s'agit donc d'une **pathologie « muette »** *durant les premières années de vie, jusqu'à 6-8 ans.*
- Cela peut compromettre +++ les apprentissages scolaires

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazzeu

24

Troubles de la mémoire : MLT mémoire déclarative explicite (suite)

- Selon une **étude épidémiologique** récente de C.M. Temple et P. Richardson (2004), **5,9 %** des enfants d'âge scolaire **sont susceptibles de présenter ce trouble**.
- Selon J. Narbona (2009), c'est **environ 10 % des enfants « à risques »** comme les grands prématurés, qui **vont présenter** ce trouble.

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazzeu

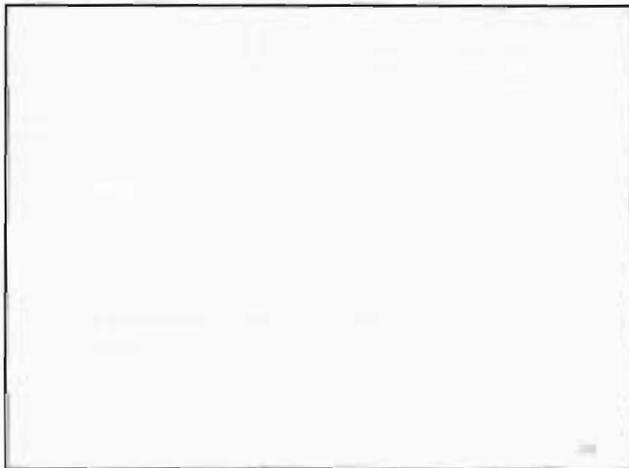
25

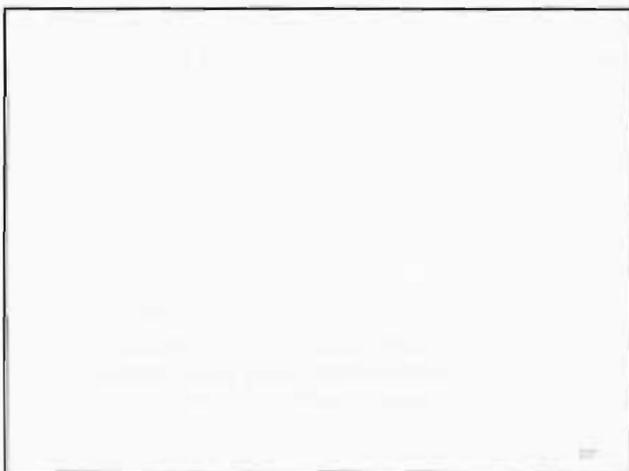
(avant 33 semaines)

Mémoires : conclusions

- Des systèmes complexes, **interdépendants mais isolables**, aussi bien en ce qui concerne leur développement que leur éventuelle pathologie
- Des systèmes **complémentaires** indispensables pour **les apprentissages scolaires** (MLT) mais aussi pour **la compréhension** du langage (oral et écrit) ou le calcul ... ou la vie quotidienne.
- **Les dysmnésies développementales** : méconnues !
→ Diagnostic ? Remédiations ?

Séminaire Kitty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau





LES FONCTIONS EXECUTIVES

Fonctions exécutives : définitions

- Ensemble de **processus** permettant à un individu de **réguler de façon intentionnelle** sa pensée et ses actions afin **d'atteindre ses buts** lorsque la tâche est **nouvelle ou complexe**.
- Ce sont des fonctions cognitives de haut niveau représentant « l'apogée à la fois de l'évolution et du développement mental » (A.R. Aron, 2008).

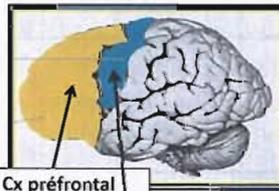
Activités cognitives dites « de haut niveau » : raisonnement, résolution de problèmes, apprentissages nouveaux



Honoré Daumier - Les Joueurs d'échecs (1863-1867)

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 279

Fonctions exécutives



- MOTIVATION
- PLANIFICATION
- EXECUTION
- CONTRÔLE

LE TRIANGLE FRONTAL (COUPE)

- Face latérale: PROCESSUS COGNITIFS
- Face orbito-ventrale: PROCESSUS AFFECTIFS ET MOTIVATION
- Face orbitale: AUTO-REGULATION DES COMPORTEMENTS

Inserm, 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte

La taille des lobes frontaux,
support des fonctions exécutives,
augmente énormément dans l'axe
phylogénétique

Chat 3,5% Chien 12-17% Homme
Environ 1/3 de la masse cérébrale ...

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 243

Fonctions Exécutives (analogies)

Analogie : un chef d'orchestre

- gestion de l'ensemble des « modules spécifiques » = « mise en route », « modulation » et « arrêt » de réseaux spécifiques
- et de leur coordination = fonct^o intégratrice
- **Indispensable si tâche non routinière**, non habituelle (pas besoin de chef d'orchestre pour « au clair de la lune »!) : **problème à résoudre, situation nouvelle, décision à prendre, ...**
 - **Inhibition des automatismes (routines)**
 - **Choix et mise en œuvre de stratégies pertinentes** (souplesse ou fluidité mentale, créativité ...)
 - **Juger du résultat** (et, éventuellement, ajuster, corriger, changer de stratégie, ...)

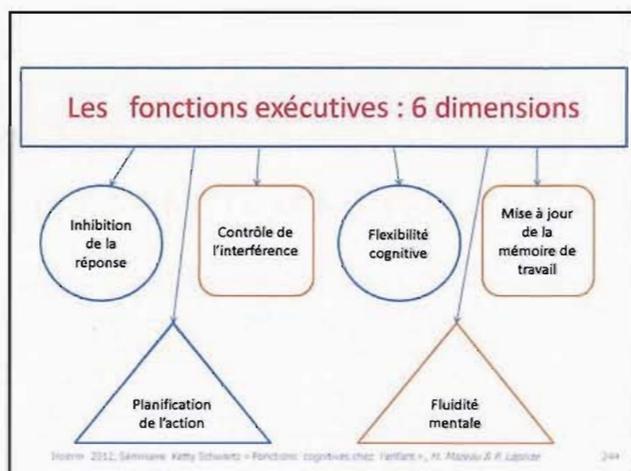
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 243

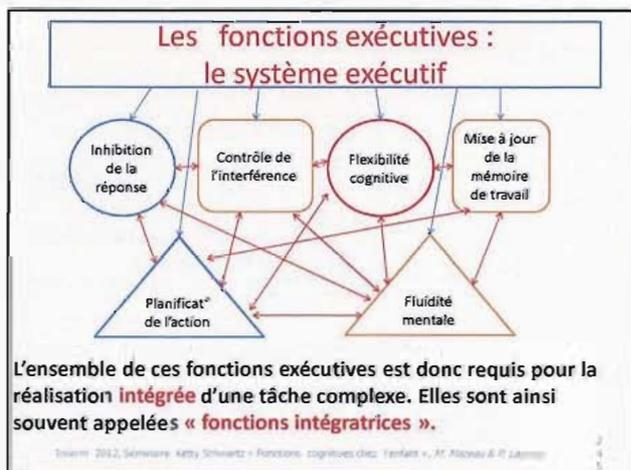
Fonctions Exécutives (analogies)

Le chef d'orchestre dispose de 3 baguettes
pour diriger la symphonie:

1. **Attention** → choix de la cible, orientation/réorientation et maintien de l'attention endogène
2. **Mémoire de Travail (MT)** → mise à jour, vider/remplir de façon pertinente
3. **Planification de l'action, Inhibition interférences ou automatismes, détection d'erreurs, stratégie et fluidité mentale**

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012- fonctions cognitives- P. Laporte et M. Mazeau 243





Exemple : réaliser un projet

- Ici, les fonctions exécutives engagées sont relatives à la **fluidité mentale (imaginer)**, la planification de l'action et la flexibilité cognitive (**planifier**), la fonction de mise à jour, l'**inhibition de la réponse inadaptée** et le **contrôle de l'interférence (exécuter-évaluer)**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 251

Les fonctions exécutives : Plan

☐ Nous illustrerons le rôle de ces fonctions à travers :

- l'inhibition de la réponse
- le contrôle de l'interférence
- la flexibilité cognitive
- la mise à jour de la Mémoire de Travail (MT)
- la planification de l'action
- la fluidité mentale.

☐ Aspects développementaux

☐ Les troubles

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 247

Fonctions° Exécutives : l'inhibition de la réponse

- Il s'agit principalement de l'inhibition de réponses non pertinentes relativement à l'objectif de la tâche, de l'arrêt d'une réponse déjà initiée et de l'inhibition d'une réponse automatisée (encore dite contrôle de l'interférence) que nous examinerons spécifiquement
- Exemple d'inhibition d'une réponse non pertinente : dans l'organisation du plan de table, il s'agit de se rappeler que deux personnes ne s'entendent pas et qu'il ne faut donc pas les mettre à côté comme prévu par l'alternance homme-femme.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 248

Fonctions Exécutives : le contrôle de l'interférence (inhibition d'une réponse automatisée)



Vous devez dire "Cow" ("vache") parce que le dessin de l'animal est bien une vache (condition congruente)



Vous pensez "Cat" ("chat") parce que le dessin de l'animal est bien un chat. Vous devez inhiber cette réponse automatisée (condition interférente), pour dire "araignée" puisque que c'est le mot qui désigne ce dessin

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 249

Le contrôle de l'interférence ou inhibition d'une réponse automatisée

- Il s'agit donc ici d'inhiber une réponse déjà automatisée par l'apprentissage (la routine).
- Dans la vie quotidienne, ce type d'inhibition peut s'illustrer par la situation suivante : vous avez l'habitude de tourner à droite pour prendre la rue Voltaire. Or cette rue vient d'être mise en sens interdit... Il vous faut donc inhiber le tourner à droite...
- Le raisonnement : Jean a 3 billes, René en a 8 . On veut que René ait 3 billes de plus que Jean → « 3 de plus que » induit automatiquement « ajouter 3 » ... or il faut retirer 2 billes à René !
- Cf. la tâche dite de Stroop, présentée dans la diapo suivante

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 208

Exemple : inhiber les interférences (automatismes)

JAUNE	ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU
BLEU	VERT	ROUGE	JAUNE	ROUGE
VERT	JAUNE	BLEU	BLEU	VERT
JAUNE	ROUGE	VERT	ROUGE	JAUNE
JAUNE	ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU
BLEU	VERT	ROUGE	JAUNE	ROUGE
VERT	JAUNE	BLEU	BLEU	VERT
JAUNE	ROUGE	VERT	ROUGE	JAUNE
VERT	JAUNE	ROUGE	BLEU	VERT
BLEU	VERT	BLEU	JAUNE	ROUGE

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 209

Exemple : inhiber les interférences (automatismes)

JAUNE	ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU
BLEU	VERT	ROUGE	JAUNE	ROUGE
VERT	JAUNE	BLEU	BLEU	VERT
JAUNE	ROUGE	VERT	ROUGE	JAUNE
JAUNE	ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU
BLEU	VERT	ROUGE	JAUNE	ROUGE
VERT	JAUNE	BLEU	BLEU	VERT
JAUNE	ROUGE	VERT	ROUGE	JAUNE
VERT	JAUNE	ROUGE	BLEU	VERT
BLEU	VERT	BLEU	JAUNE	ROUGE

Le ralentissement, normal, marque est le nécessaire « travail » d'inhibition de l'automatisme

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 210

La flexibilité cognitive



Ex : le Plus-Minus
 Dans un premier temps, le sujet est entraîné à faire une série d'addit° sur des nombres à deux chiffres (+3), puis il est entraîné à faire une série de soustract° (-3), et enfin, il doit alterner les additions et les soustractions (+3;-3, etc...)

Il s'agit de la capacité de **déplacer volontairement** le foyer attentionnel d'une catégorie de stimuli à une autre, d'un **processus cognitif à un autre** ou d'une **stratégie à une autre**. Elle se limite aux changements **contrôlés, conscients**.
 → être capable de **changer de point de vue**, de façon de faire, de stratégie, ...

Ex : le trail Making test (TMT)

A1, B2, C3, D4, E...? 6, non 5, F6, H..., non G...7

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant -, M. Mazeau & P. Laporte 253

Fonctions exécutives : la mise à jour de la Mémoire de Travail

- **Ex : le N-Back**
 On présente oralement au sujet une suite d'items (chiffres ou lettres). La tâche du participant est alors de détecter si le dernier item entendu faisait partie des trois précédents. Il doit ainsi "effacer" les premiers items de sa mémoire de travail, pour ne retenir que les trois précédents.

- Elle recouvre la **modification du contenu de la mémoire de travail en fonction des nouvelles entrées et de leur pertinence**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant -, M. Mazeau & P. Laporte 254

La planification de l'action



- Elle concerne la capacité de **construire mentalement un plan** et de **séquencer ses actions** en vue de la réalisation d'un objectif.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant -, M. Mazeau & P. Laporte 255

Exemple : planifier et anticiper (résolution de problème)

La tour de Londres



Position initiale Position finale (5 déplacements)

Elaboration d'un plan d'action:

1. Maintien et manipulation des représentations mentales des étapes intermédiaires;
2. Programmation et exécution d'une séquence d'action basée sur l'enchaînement des représentations mentales.

La fluidité mentale (générativité)



- C'est la capacité de **générer le plus grand nombre d'éléments** d'une catégorie donnée dans un **laps de temps déterminé**.
- Par exemple, en 1 minute, des noms d'animaux ou des noms commençant par la lettre « m ».
- Ce peut être aussi relier un même nombre de points, du plus grand nombre de façons différentes possibles, etc...

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 257

Fct° Ex : Données développementales L'inhibition



Tâche A et non-B

Un objet (ici une voiture) est d'abord **ostensiblement caché (au vu de l'enfant) au premier endroit (A, tissu orange), puis au deuxième endroit (B, tissu gris)**. Le bébé regarde l'objet qui se fait cacher à l'endroit A; « où est la voiture ? » : il cherche alors à l'endroit A et le trouve; puis, l'objet est caché à l'endroit B pendant que le bébé regarde; « Où est la voiture ? » : le bébé continue de chercher l'objet à l'endroit A. (non inhibition de la réponse antérieurement apprise) C'est l'« **erreur A – non B** » commise jusqu'à 12 mois.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 258

Fct° Ex : Données développementales L'inhibition (suite)



Tâche A et non-B

A partir de 12 mois, un enfant peut inhiber sa réponse prépondérante (A) en allant chercher le jouet en B

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 269

- Entre 1 et 3 ans, les capacités d'inhibition continuent de croître => capacité grandissante à différer la prise d'une récompense afin d'en recevoir une plus grande.
- Entre 3 et 7 ans, d'autres importants progrès sont observés à des tâches de contrôle de l'interférence (type « stroop »), ce qui rejoint les progrès majeurs en contrôle attentionnel (encore dit fonction exécutive attentionnelle) observés durant cette période.
- Ces progrès se poursuivent jusqu'à l'adolescence (13-15 ans selon les tâches d'inhibition).

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 269

Fct° Ex : données développementales La flexibilité



- L'enfant de deux ans peut appliquer une règle, par exemple, « la fleur va ici ».
- L'enfant de trois ans peut réfléchir aux règles et trier des cartes en fonction d'une dimension initiale, par exemple, « la fleur va ici » et « la voiture va là ».
- L'enfant de quatre ans réfléchit à la représentation du contraste entre deux règles et, il peut alors envisager le lien entre deux règles incompatibles comme les « formes » par opposition aux « couleurs ». Il peut dès lors basculer d'une règle à une autre (changer de point de vue). Il y a donc un très fort développement de cette capacité de flexibilité cognitive entre 3 et 4 ans.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 269

Fct° Ex : données développementales mise à jour de la MT

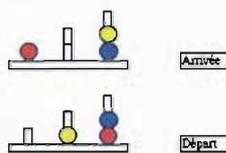
- A 6 mois, les bébés se souviennent de l'endroit où ils ont vu disparaître le jouet, ceci **après un délai** pendant lequel on leur a présenté des informations diverses => **manifestation précoce de la mémoire de travail.**
- C'est **vers 7 mois** que se développe la mémoire de travail.
- **Vers 6-7 ans**, découverte de la **stratégie de répétition** pour **conserver** les informations dans sa mémoire de travail.
- La mémoire de travail **augmente régulièrement** pour atteindre son **apogée à 25 ans.**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 262

Fct° Ex : Données développementales La planification

Il y a une **progression constante** des capacités de résolution de problèmes et d'organisation visuo-constructive **de 6 à 12-13 ans.**

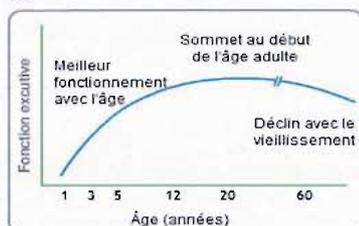
Exemple de test de planification : Tour de Londres Mettre les boules dans la disposition d'arrivée en 4 déplacements



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 263

Fct° Ex : développement global

Fonction exécutive au cours de toute une vie



La fonction exécutive se développe avec l'âge; elle atteint son maximum comme jeune adulte et diminue avec la vieillesse.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 264

Fonctions exécutives : Troubles développementaux

2 types de tr. neuro- développementaux :

→ le syndrome dys-exécutif

→ le TDAH de type hyperactif-impulsif

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 205

Le syndrome dys-exécutif

1- Le syndrome dys-exécutif cognitif,

- * trouble de l'inhibition de la réponse
- * de l'attention sélective
- * de la déduction et de la générativité de règles (dite fluidité mentale), ainsi que de leur maintien et du passage de l'une à l'autre (flexibilité).

2- Le syndrome dys-exécutif comportemental

- *hypoactivité ou hyperactivité globale
- *impulsivité et/ou dés-inhibition,
- * associée à une distractibilité avec un syndrome de dépendance à l'environnement.
- *il y a des persévérations (répétition immotivée, automatique, de mots, de mouvements, et de règles)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 206

Le syndrome dys-exécutif

1- Le syndrome dys-exécutif cognitif,

- * trouble de l'inhibition de la réponse
- * de l'attention sélective
- * de la déduction et de la générativité de règles (dite fluidité mentale), ainsi que de leur maintien et du passage de l'une à l'autre (flexibilité).

2- Le syndrome dys-exécutif comportemental

- *hypoactivité ou hyperactivité globale
- *impulsivité et/ou dés-inhibition,
- * associée à une distractibilité avec un syndrome de dépendance à l'environnement.
- *il y a des persévérations (répétition immotivée, automatique, de mots, de mouvements, et de règles)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 206

Le TDAH de type hyperactivité-impulsivité dominante = association des 2 syndr. dys-exécutifs cognitif + comportemental

Fonctions exécutives : conclusions

- Des fonctions complexes (système exécutif) et transversales sur lesquelles reposent le développement des fonctions cognitives « de haut niveau »
→ Planification d'action et de séquences d'action, stratégies, résolution de problèmes, changement de point de vue, correction des erreurs, ...
- Repose sur attentions, MT et ... inhibition
- Apprendre, c'est
→ stocker des informations (MLT), les comprendre (MT), les organiser (Fct° Ex.),
→ et créer des routines (automatismes) [sinon : double-tâche » +++]
→ pour disposer du maximum de ressources pour les tâches de haut niveau = inhiber les routines non pertinentes ...

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 268

Fonctions exécutives : conclusions

- Des fonctions complexes (système exécutif) et transversales sur lesquelles reposent le développement des fonctions cognitives « de haut niveau »
→ Planification d'action et de séquences d'action, stratégies, résolution de problèmes, changement de point de vue, correction des erreurs, ...
- Repose sur attentions, MT et ... inhibition
- Apprendre, c'est
→ stocker des informations (MLT), les comprendre (MT), les organiser (Fct° Ex.),
→ et créer des routines (automatismes) [sinon : double-tâche » +++]
→ pour disposer du maximum de ressources pour les tâches de haut niveau = inhiber les routines non pertinentes ...

**Grandir,
c'est inhiber**
(Olivier Houdé)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau & P. Laporte 269



270



Conclusion



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau

Le développement de la cognition

Dans le cerveau, se nouent **trois évolutions imbriquées** :

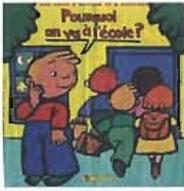
- **L'évolution biologique** qui mène des premières bactéries jusqu'à l'homme et constitue notre patrimoine génétique (« **boîtes à outils** »), commun à toute l'espèce humaine.
- **L'évolution individuelle**, liée aux expériences, émotions et à l'histoire individuelle de chacun, qui modifient les connexions entre neurones, éliminant celles-ci, renforçant celles-là (*épigénèse interactionnelle*) faisant de chaque individu un être unique.
- **L'évolution des cultures**, rendue possible par la grande immaturité du cerveau du bébé et les énormes capacités d'apprentissage qui en résultent (« **recyclage neuronal** »).

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau 272

Plasticité vs vulnérabilité

- La plasticité cérébrale désigne cette capacité cérébrale à se **modifier** (mort neuronale, reconfiguration des connexions inter-neuronales) sous les effets de l'environnement, des expériences et des apprentissages.
- La plasticité existe **tout au long de la vie** (on peut apprendre à tout âge !) mais elle est d'autant plus importante que l'on est plus jeune.
- La plasticité désigne aussi la capacité du cerveau de « récupérer » certaines fonctions après une lésion focalisée. Cependant, la plasticité cérébrale ne « répare » pas les lésions cérébrales, même si elle peut quelquefois contribuer à en atténuer les effets.
- A l'inverse, certains ont pu parler de **vulnérabilité** cérébrale chez le très jeune enfant : plus une anomalie ou une lésion survient tôt, plus elle risque de **perturber l'ensemble du développement** des différentes fonctions cognitives ...

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau 273



Les apprentissages

Chaque apprentissage

- Utilise la **plasticité** cérébrale
- Sollicite la réorganisation et la coordination de **nombreuses fonctions mentales**

→ Nécessite des explications, des démonstrations, des entraînements (**enseignement**) afin de favoriser le « recyclage neuronal »

→ N'est abouti que s'il conduit à une **automatisation** des nouveaux savoir-faire

Ce qui libère l'esprit (**dégage des ressources mentales**) pour des tâches « de haut niveau » (faire des liens, comprendre, mémoriser, déduire, ...)

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau 234

Double-tâche

- **Fonctionnement mental habituel** → • **Routines = automatisation**
Peu de « consommation cognitive »
- **Apprentissages, tâches complexes** → • **non routinières = difficiles**
« Consommation cognitive » intense
- **Doubles-tâches** → • **Automatisation des routines sous-jacentes obligatoire pour la réussite des 2 tâches simultanées**

Condition de la réussite +++

Ressources cognitives, attentionnelles, « charge mentale »
= ressources **LIMITÉES**

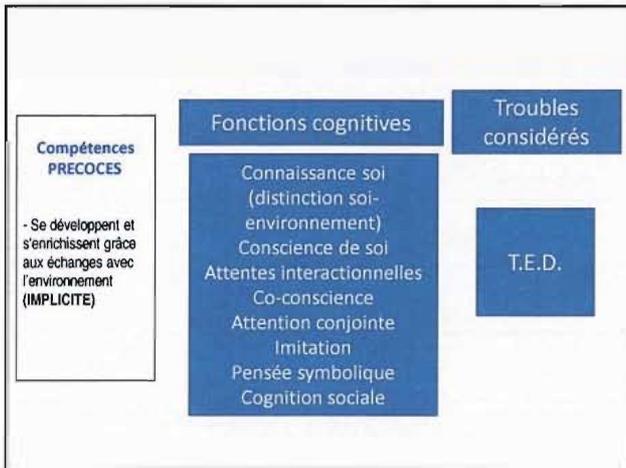
Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau 235

Double-tâche : double peine ?

- **Fonctionnement mental dans les fonctions préservées** → Peu de « consommation cognitive »
- **Apprentissages, tâches complexes, et mise en jeu des secteurs Dys-** → « Consommation cognitive » intense
Il ne reste plus assez de ressources pour réfléchir, comprendre, mémoriser
- **Doubles-tâches** (Lire ET comprendre) (Ecrire ET orthographier) (Ecouter ET mémoriser), etc → **Echec dans la tâche dite « de haut niveau (compréhension, mémorisation, apprentissage) OU Echec dans les 2 tâches**

Ressources cognitives, attentionnelles, « charge mentale »
= ressources **LIMITÉES**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau 236



Les dys, des troubles cognitifs spécifiques

- Les activités qui sollicitent le dys- (la lecture pour l'enfant dyslexique, le geste chez l'enfant dyspraxique, l'attention chez l'enfant TDA/H, ...) ne sont pas automatisées et restent sous contrôle attentionnel :

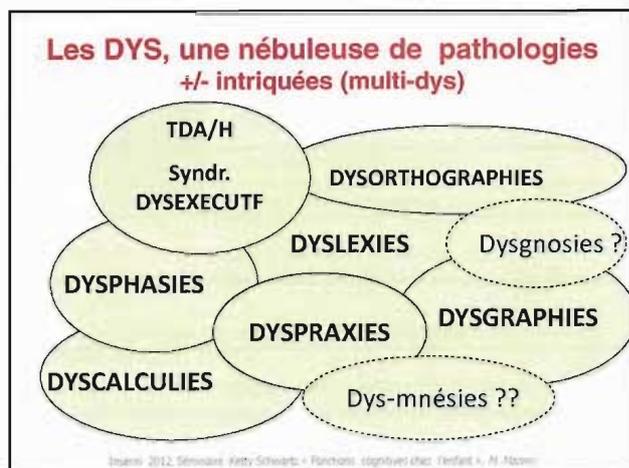
→ l'enfant n'a plus assez de ressources mentales pour réfléchir, déduire, comprendre, mémoriser, ... *en même temps* qu'il lit ou écrit ou ...

= « double-tâche » : cela constitue la partie masquée de son handicap, la partie immergée de l'iceberg ...



Image: 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau

	FONCTIONS COGNITIVES		TROUBLES CORRESPONDANTS	
Compétences PRECOCES - innées - Se développent et s'enrichissent grâce aux échanges avec l'environnement (IMPLICITE)	Compétences spécifiques Modalité-dépendante	Langage oral	Dysphasies	Tr. Cognitifs SPECIFIQ = DYS-
		Développement des coordinations	TAC	
		Le sens du nombre	Dyscalculie « vraie »	
	Compétences spécifique transversales	Cognition sociale	Tr. spectre de l'autisme (TSA)	
Attention, MT et fonctions exécutives		TDAH Syndr. Dys-exé.		
Mémoires		Dysmnésies		
Compétences APPRISSES - Nécessitent un « recyclage neuronal »	Capacités d'apprentissage - Enseignement intentionnel, EXPLICITE. Cf. Ecole ++, culturel +++	Langage écrit	Dyslexies, DO	Tr. spécifique des apprentiss
		Maîtrise de l'arithmétique : codage et transcodages	Dyscalculies-Symptômes	
		Acquisition des gestes « culturels, appris » dont l'écriture manuelle	Dyspraxies [Dysgraphies]	





Des stratégies générales pour les dys- ...

- Repérer et diagnostiquer le dys- **précocement**
→ **formation** des enseignants, médecins scolaires, pédiatres, psychologues, ...
- Repérer les fonctions cognitives **préservées** : les utiliser, les sur-utiliser comme points d'appuis pour favoriser les apprentissages.
- Repérer les situations de **double-tâche** lors des apprentissages (les éviter, les contourner).
- Prendre *vraiment* en compte la **lenteur** et la **fatigabilité**.

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau



Des stratégies générales pour les dys- ...

- Stratégie thérapeutique : objectifs ?
→ Guérir le trouble ?
→ Réduire, limiter le **handicap** : +++
- Projet thérapeutique : **efficacité** dans les apprentissages +++
→ Rééduquer ... un peu
→ **pallier, contourner les difficultés**
→ sur-utiliser les **fcn^o préservées**] **COMPENSER ... beaucoup +++**



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », M. Mazeau



Petite bibliographie ...

- R. Lecuyer, Le développement du nourrisson, Ed. Dunod, 2004
- H. Lagercrantz, Le cerveau de l'enfant, Odile Jacob, 2005
- S. Dehaene : - Apprendre à lire : des sciences cognitives à la salle de classe, Odile Jacob, 2011
- La bosse des maths, Odile Jacob, 2010
- M. Mazeau, Neuropsychologie et troubles des apprentissages, Masson, 2005 - site Web M. Mazeau : [wix.com.mazeaumichele](http://wix.com/mazeaumichele)
- F. Lussier & J. Flessas, Neuropsychologie de l'enfant, Dunod, 2009
- <http://lecerveau.mcgill.ca>
- www.integrascal.fr/

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz « Fonctions cognitives chez l'enfant », 19 mars 2013

Annexes

Séminaire Ketty Schwartz - INSERM 2012 - Fonctions cognitives - P. Laporte et M. Mazeau 206




**Le nombre :
développement et troubles**




Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

- Certaines compétences numériques sont présentes **dès la naissance** ...
Les bébés (comme les gorilles !) appréhendent (**approximativement**) la quantité.



- Mais les performances mathématiques **des humains (faire « des calculs »)** tiennent surtout à leur capacité (**apprise = rôle de l'école**) à se représenter les quantités **au moyen de symboles, de signes arbitraires, les nombres.**



Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le nombre : plusieurs facettes emboîtées

1- Une appréhension de la quantité, d'emblée et universelle

2- Une représentation symbolique

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

29

On montre à **des bébés de 3 mois** des images successives (habituation) comportant **un groupe d'objets** (par ex : 4 canards), on introduit puis (image test, nouveauté)
 → soit une image où **l'identité de l'objet change** (4 chiens)
 → soit une image où **la numérosité change** (8 canards),
 → soit les 2 changent (8 chiens).



On constate que
 → les aires temporales codent pour l'identité des objets
 → Tandis que les aires pariétales (et frontales) s'activent lors d'un changement de nombre. (*Les bébés et le nombre, Izard V, 2008, unicog.org/*)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

29

1- Le sens du nombre chez les bébés

- Une « boîte à outil » spécialisée, innée
- Capacités perceptives universelles, indépendantes du langage et de l'éducation :
 - Le subitizing : 1,2,3
(appréhension précise /d'un seul coup d'œil)
 - Perception d'ajouts, retraits et leur effet sur les quantités (la numérosité)
 - Evaluation approximative (estimation) et comparaison rapide de Q (> à 3)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

30

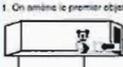
Perception de petits ajouts et retraits

Opérations numériques chez le très jeune enfant

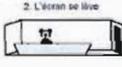
- Wynn (*Nature*, 1992):
 - Enfants de 4 mois 1/2

Séquence initiale: 1+1

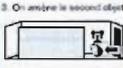
1. On amène le premier objet



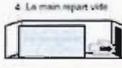
2. L'écran se lève



3. On amène le second objet



4. La main repart vide



(Regard préférentiel)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 282

Le nombre : plusieurs facettes emboîtées

- 1- Une appréhension de la quantité, d'emblée et universelle, analogique et approximative
- 2- Une représentation symbolique

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 292

Le sens inné du nombre

- Représentation **analogique** de la quantité
 - = « qui ressemble », figuratif,
 - (s'oppose à « symbolique »)

→ Exemples

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 294

Représentations analogiques du nombre : exemples



Un peu, beaucoup, énormément, je ...



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 295

Le sens inné du nombre (suite)

- Représentation **analogique de la quantité**
= « qui ressemble » (s'oppose à « symbolique »)

→ approximative

Permet :

→ Le sentiment de « grandeur, magnitude » de la quantité (= **le sens, la signification** » du nombre)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 296

Le sens inné du nombre (suite)

- Représentation **analogique (approximative) de la quantité**

Permet :

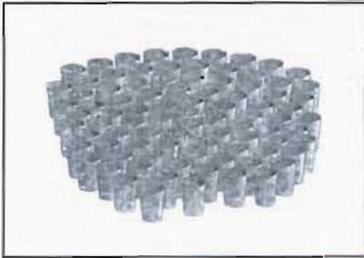
→ Le sentiment de grandeur, « magnitude », importance de la quantité (= le sens, la signification » du nombre)

→ Estimation d'une quantité

→ Comparaison de quantités

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 297

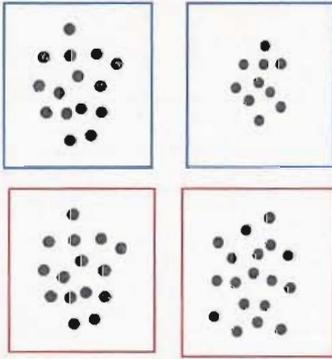
Le sens du nombre :
estimer visuellement une quantité
Exemple (présentation 5 sec.)



Zaréki-R, Norme enfants 6-11ans 1/2 : 25 à 125

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Comparer 2 collections : laquelle est la plus grande ?



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Comparer 2 collections : laquelle est la plus grande ?



COMPARER 2 COLLECTIONS : EFFET DE DISTANCE
Importance de la différence entre les deux quantités

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le sens du nombre

Effet de distance dans des comparaisons de Q.

La comparaison de 2 Q. est d'autant plus **exacte** et d'autant plus **rapide** qu'elles diffèrent fortement

Evolue avec l'âge :

- 6 mois → discriminent 8 de 16 mais non 8 de 12
- 9 mois → discriminent 8 de 12 mais non 8 de 10
- 3-4 ans → discriminent si rapport de 3/4
- 6-7 ans → discriminent si rapport 4/5
- Adultes → discriminent si rapport de 10/11

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 301

Le nombre :

plusieurs facettes emboîtées

1- Une appréhension analogique de la quantité, d'emblée et universelle (bébé, Mundurucu)

= Sens du nombre :
sémantique, ordre de grandeur, magnitude.

2- Une représentation symbolique (= codée)

→ **Verbale**

→ **Indo-arabe** } Calculs exacts, opérations, problèmes
Apprentissage scolaire (culturel)

Sirvalu ?? « cinquante-sept » ou 57

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 302

2- Représentations symboliques du nombre

- L'accès, la compréhension des aspects symboliques du nombre fait appel au sens des quantités (lien avec représentations analogiques)
- Apprentissage symbolique = culturel = recyclage neuronal
→ **Verbal** dire ou écrire (alphabétique) les « mots » qui désignent les nombres
→ **et Indo-arabe** : lire ou écrire les nombres en écriture arabe
- Permet comptage, calculs exacts, mémorisation de quantités, opérations, problèmes, ...

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 303

Le nombre : développement verbal

- Dès 24 mois : l'enfant sait que les mots qui désignent les nombres correspondent à une quantité (et non à un aspect perceptif de l'objet)
- Vers 2 ans- 2 ½ ans : met en relation le mot « deux » et une collection de 2 objets
- Mais la **correspondance exacte** entre le code analogique pré-existant, approximatif et le code verbal, précis reste **lente**.

Inserm 2012, Séminaire, Kitty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

304

Influence des facteurs linguistiques

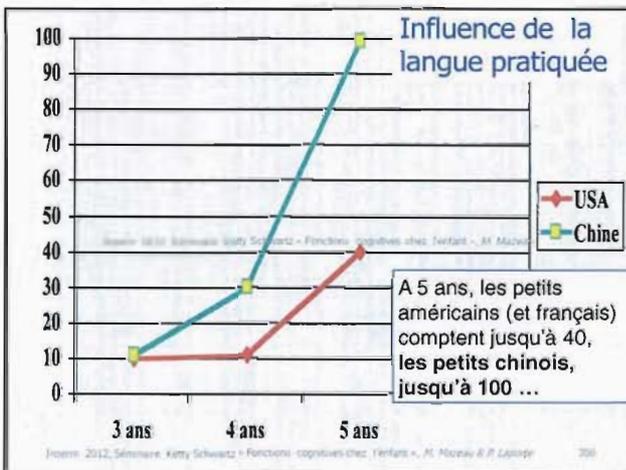


Exemples d'expressions numériques en Anglais, Chinois et Français

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

In « Acquisition de la numération », Fayet M., Campos V. & Roussel J.L., IAPSCD/CNRS, Clermont-Ferrand

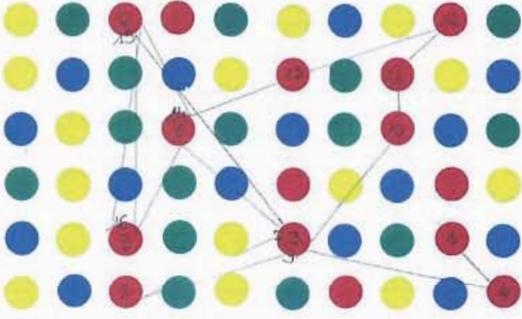
Inserm 2012, Séminaire, Kitty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 305



Inserm 2012, Séminaire, Kitty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau & P. Laporte

306

Julien, 7 ½ ans , CE1 – Dénombrer les ronds rouges
Julien en dénombre 16 au lieu de 15 : noter les multiples comptages et les oublis



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Julien, 7 ½ ans , CE1 – Dénombrer les ronds rouges
Julien en dénombre 16 au lieu de 15 : noter les multiples comptages et les oublis

Le dénombrement : coordonner
- le langage (mots-nombres)
- et l'espace (désignations)

→ Permet de répondre à la question
« **combien de ...?** »



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Développement verbal et dénombrement

- Le dénombrement « mature » est un préalable indispensable à l'accès aux opérations sur le nombre et la résolution de problèmes.

Il reflète l'accès achevé au « concept de nombre » environ 7 ans



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Représentation verbale du nombre : problème conversion oral ↔ écrit

Numérical, 2000 (Pr F. Gaillard, Institut de Psychologie, Lausanne, Suisse)

Item 1:	CINQUANTE-SEPT	écrit avec	et
Item 2:	MILLE	écrit avec	de
Item 3:	CENT-VINGT-TROIS	écrit avec	de
Item 4:	MILLE-DIX-CENT-TRENTE-QUATRE	écrit avec	de
Item 5:	DOUZE-MILLE-TROIS-CENT-QUARANTE-CINQ	écrit avec	chiffres
Item 6:	CENT	écrit avec	de
Item 7:	HEUT-MILLE	écrit avec	chiffres
Item 8:	MILIEU-CENT	écrit avec	chiffres
Item 9:	MILLE-SEPT	écrit avec	chiffres
Item 10:	DIX-MILLE	écrit avec	chiffres

2 mots → 2 chiffres
1 mot → 4 chiffres

actualités psychologiques 2000 • édition spéciale

Séminaire Ketty Schwartz - INDERN 2012 - Fonctions cognitives chez l'enfant - P. Laporte et M. Mazeau 310

Mots-nombres et mémoire : les faits numériques

- Apprentissage verbal et récupération en MLT du résultat de petites opérations (calcul mental, ...)
- Les tables de multiplication : où est le problème ?

Charles David habite rue Guillaume
Charles Guillaume habite
Guillaume Étienne habite rue Albert-Bertrand, etc...

Charles David travaille rue Albert-Bertrand
Charles Guillaume travaille rue Bertrand-David
Guillaume Étienne travaille rue Charles-Zoé, etc...

Interférences (mémoire à long terme.)

Carnet d'adresses
Adresses professionnelles

Insertion 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 311

Le nombre : plusieurs facettes emboîtées

- Une appréhension analogique de la quantité, d'emblée et universelle (bébé, Mundurucu)
 - = Sens du nombre : sémantique, ordre de grandeur, magnitude.
- Une représentation symbolique
 - Verbale
 - Indo-arabe

Calculs exacts, opérations, problèmes
Apprentissage scolaire (culturel)

MDCLXXII 1672

Insertion 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 312

Représentation indo-arabe du nombre

- 10 symboles (chiffres) pour constituer l'infinité des nombres
- Code universel, indépendant de la langue
- Une numération **positionnelle** (= spatiale)
La position spatiale d'un chiffre au sein d'un nombre détermine sa valeur :
2 signifie 2 dans 742
2 signifie 200 dans 274
- Un regroupement par « paquets » de 10 (base 10)



Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 313

Les difficultés du code arabe

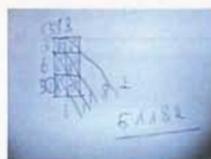
- Une numération **de position** (= spatiale) :
12 // 21 012 // 102
- **Les transcriptions** : oral \leftrightarrow arabe

/Cent quatre vingt douze/	\rightarrow	192
100 4 20 12	\rightarrow	10042092
180	\rightarrow	12
18012		
100	92	\rightarrow 10092
- **Les opérations** (pose et résolution) :
des algorithmes **spatiaux**
 \rightarrow **exemples**

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 314



Multiplication 13 x 21



Multiplication : 518 x 365



Division : 647/18

D'autres façons de poser et résoudre les opérations dans le monde

Inserm 2012, Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 315

Liens entre représentations analogiques et symboliques

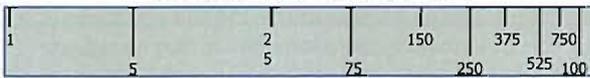
- Les représentations figuratives **initiales** : cailloux, doigts, buchettes, ... **évoluent et sont modifiées** par la connaissance (verbale et/ou indo-arabe) des nombres.
- Ces représentations symboliques sont aussi l'objet d'une représentation analogique : **les lignes analogiques**



Inserm, 2012. Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Représentation analogique des quantités sur une ligne virtuelle, imaginaire, mentale

Exemple de représentation de la position des nbres (vers 10-11 ans) sur une **ligne mentale analogique 0-1000**



Il existe une relation significative entre l'âge et la proportion d'enfants qui ont **une représentation linéaire des nombres de 0 à 1000** :

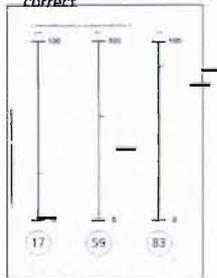
- 97% des adultes,
- 72 % des jeunes niveau 6^{ème},
- 38% de ceux de niveau CM1
- et seulement 9 % des CE1

Siegler R.S & Opfer J.E, 2003. The development of numerical estimation, *Psychological Science*, 14(3), 237-243

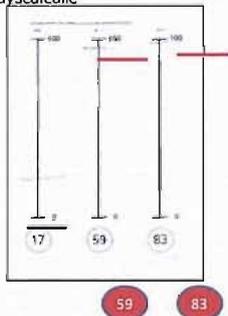
Inserm, 2012. Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Exemple Zareki- R : lignes analogiques 0-100 (verticales)

J. CM1 : Placement correct



E. CE 1 : Placement incorrect, dyscalculie



Inserm, 2012. Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Le nombre : plusieurs facettes emboîtées

1- Une appréhension d'emblée et universelle, de la quantité, analogique et approximative

= **Sens du nombre** : sémantique, ordre de grandeur, magnitude.

2- Une représentation symbolique

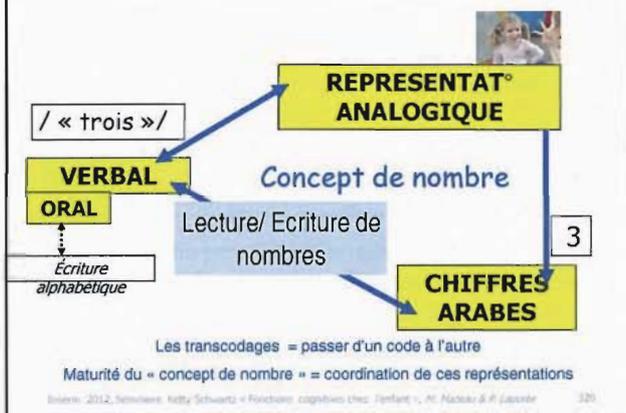
→ **Verbale**

→ **Indo-arabe**

Calculs exacts, opérations, problèmes
Apprentissage scolaire (culturel)

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 219

Articuler les 3 modes de représentation du nombre



Représentations du nombre et corrélats cérébraux

- **1-Représentation analogique** (précoce, : « boîte à outils »), indépendante de la langue et de l'éducation
comparaison et estimation approximative de Q.
→ **Sillons intra-pariétaux**
- **2-Représentation verbale** (apprise, recyclage neuronal), linguistique
→ Comptage et faits numériques (mémoire)
Région temporale gauche péri-sylvienne + gyrus angulaire G.
- **3- Représentation indo-arabe** (école), visuo-spatiale
calcul exact, universel indépendant de la langue – Code positionnel.
→ opérations, calculs.
Régions occipito-temporales bilatérales

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 221

Les régions cérébrales du calcul

L'IMAGERIE CÉRÉBRALE A PERMIS DE LOCALISER précisément un large réseau qui s'active lors du calcul mental (A). Il implique de multiples régions qui sont distribuées dans les lobes frontaux et pariétaux, et varient en partie suivant le type de calcul effectué : comparaison, addition, soustraction ou multiplication. Le sillon intrapariétal est systématiquement activé (B) pour toutes les tâches qui nécessitent une manipulation des quantités, mais pas le sillon central, ni le sillon temporal. Le sillon intrapariétal est aussi impliqué dans d'autres fonctions comme le langage, l'attention, les saccades oculaires.

A- Un large réseau cérébral s'active lors du calcul mental

B- Le sillon intrapariétal est systématiquement activé pour toutes les tâches qui nécessitent une manipulation des quantités

Inserm 2012, Séminaire Katy Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 322

Le développement du nombre : les troubles

Inserm 2012, Séminaire Katy Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Dyscalculie : définition

- Trouble *spécifique* des compétences numériques chez un enfant
 - d'intelligence normale
 - ayant bénéficié d'actions éducatives et scolaires « habituelles », standard
- **Fréquence** : 1 à 7 % selon les études !! (1,5-3 %)
- **Co-occurrence** de dys :
Dyscalculie associée à **dyslexie** +++ ...

Inserm 2012, Séminaire Katy Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 324

DES dyscalculies ...

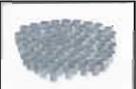
- Dyscalculie « vraie » ou « spécifique » :
→ le **trouble du sens du nombre**
- Des **dyscalculies-symptômes**, secondaires à des troubles dans d'autres secteurs de la cognition
→ Le langage
→ les fonctions visuo-spatiales
→ La MT et les fonctions exécutives



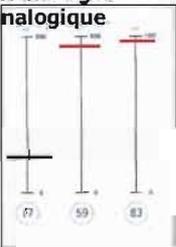
Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Troubles du sens du nombre

Estimation d'une quantité

 Environ 30
 ...
 Heu ... 1000 ?
 - 1000 ? Ça doit être entre 1 et 100 je crois ...

Placement de nbres sur une **ligne analogique**



Evaluation de l'ordre de grandeur :
 - 15 mots dans un livre, c'est beaucoup
 - 12 spectateurs à un match de foot : c'est beaucoup
 - 9 enfants dans une famille, c'est peu

Enfant de 9 ans, CE2 ...

Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Troubles du sens du nombre

Estimation d'une quantité

 Environ 30
 ...
 Heu ... 1000 ?
 - 1000 ? Ça doit être entre 1 et 100 je crois ...

Placement de nbres sur une **ligne analogique**



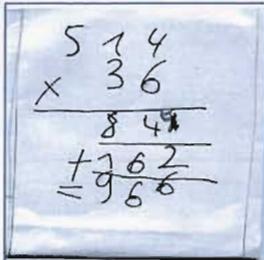
Evaluation de l'ordre de grandeur :
 - 15 mots dans un livre, c'est beaucoup
 - 12 spectateurs à un match de foot : c'est beaucoup
 - 9 enfants dans une famille, c'est peu

Enfant de 9 ans, CE2 ...

Réponses au hasard : E. n'a aucune idée de la valeur, de l'ordre de grandeur, du sens des nombres.

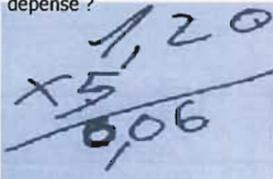
Inserm 2012 - Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau

Ex : Une dyscalculie secondaire à des troubles visuo-spatiaux (2 enfants dyspraxiques)



Augustin, 11 ans, CM2

Tu achètes 5 pains à 1,20 euros pièce. Quelle est ta dépense ?



Raphaël, 13 ans, 4ème

Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 328

Les nombres, le calcul : un savoir minimal de base est nécessaire pour une bonne indépendance dans la vie quotidienne



Inserm 2012 Séminaire Ketty Schwartz - Fonctions cognitives chez l'enfant - M. Mazeau 329
