

LYSL15

# Troubles cognitifs chez les enfants dysphasiques

Christophe Parisse

INSERM – Modyco – Université Paris Ouest Nanterre



# Principes

- Les troubles de langage sont liés à des troubles sous-jacents du système cognitif
  - ▣ parce que le langage est basé sur des capacités du cerveau qui ne sont pas spécifiques
    - compatible avec théories de linguistique cognitive
  - ▣ parce que le langage est dépendant d'autres capacités
    - problème de performance accru pour grammaire générative



# Problématique

- Il faut que les propositions soient compatibles avec la notion de trouble spécifique
  - ▣ pourquoi le langage est-il touché et pas l'intelligence non-verbale?
- Les troubles non-spécifiques peuvent être spécifiques du langage
  - ▣ par exemple un trouble de mémoire de travail peut ne toucher que le traitement du langage par la mémoire de travail
- On sera donc souvent amené à tester des capacités dans un versant **langagier** et dans un versant **non-langagier**
  - ▣ par exemple mémoire de travail pour des mots sonores ou pour des formes non-imageables
    - On notera la difficulté qu'il y a à faire manipuler dans un test des formes vraiment dépourvues de signification



# Principales causes envisageables

- Mémoire
  - de travail
  - systèmes exécutifs
  - procédurale
  - à long terme
- Réalisation d'analogies
  - capacité à généraliser à partir d'exemples
    - lien avec mémoire procédurale
    - de manière implicite, de manière explicite
- Capacité de traitement
  - diminution de la capacité globale
  - diminution de l'efficacité
- Hyperactivité
  - comorbidité fréquente
  - capacité d'attention



# Mémoire

## □ Structure de la mémoire

### ▣ Plusieurs types de mémoire

- Mémoire sensorielle (persistance rétinienne)
- Mémoire de travail (autrefois mémoire à court terme)
- Mémoire à long terme (explicite ou implicite)

### ▣ Il existe des dissociations MdT et MLgT

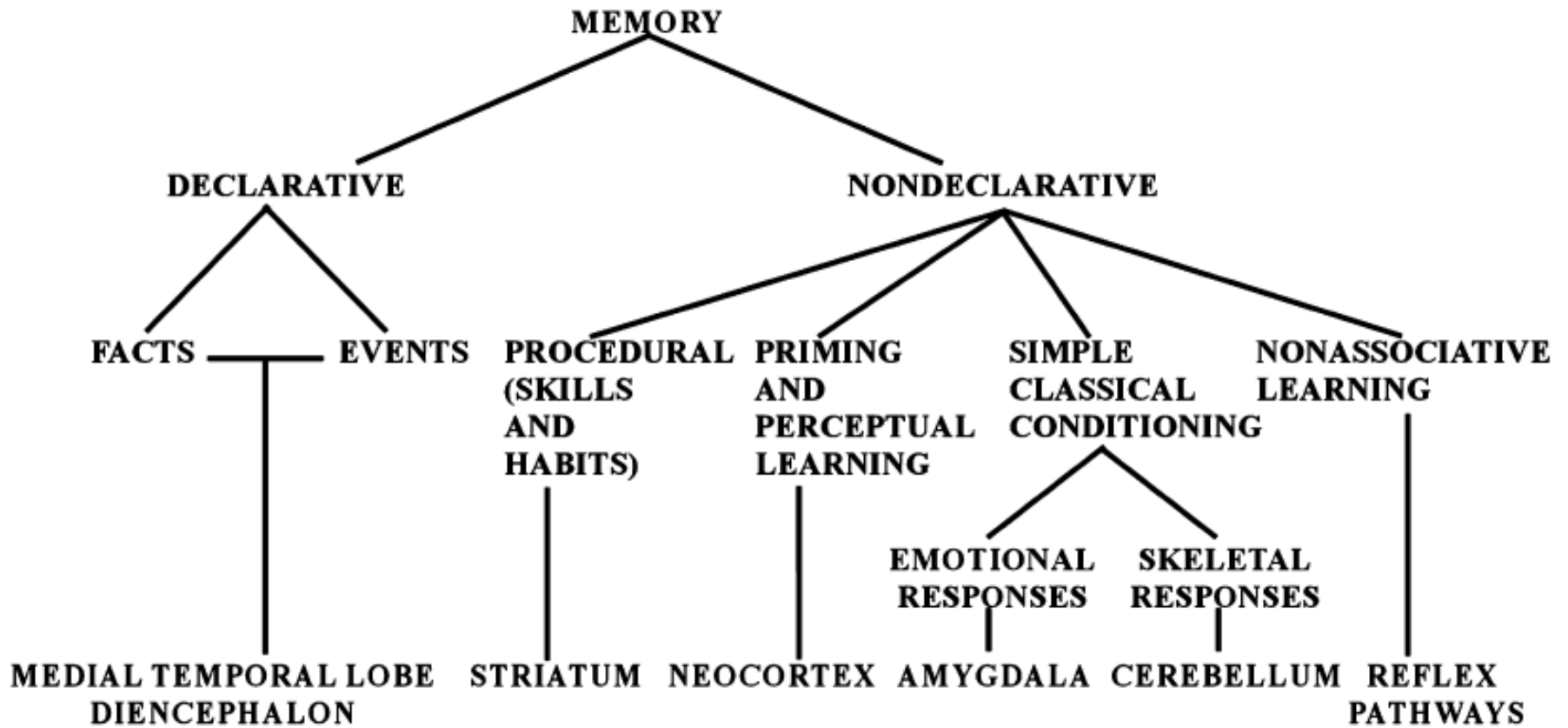
- Plus d'hippocampe → plus de MLgT (plus de construction de souvenirs) mais MdT
- Atteinte temporale-parietale gauche → plus de MdT mais MLgT



# Mémoire à long terme

- Mémoire déclarative (explicite)
  - ▣ Mémoire épisodique (événements)
  - ▣ Mémoire sémantique (langage)
- Mémoire procédurale (implicite)
  - ▣ Conditionnement des aptitudes (skills)
  - ▣ Priming (parce que implicite)





# Mémoire de travail

## □ **Baddeley & al.**

### □ Boucle phonologique

- Mémoire des sons de la langue (7 éléments  $\pm$  2 – env. 2 sec de son - Baddeley) – répétition sub-vocalique

### □ Calepin visuo-spatial

- Traitements visuels, spatiaux, kinesthésiques

### □ Buffer (tampon) épisodique

- Mémoire de travail supplémentaire

### □ Administrateur central

- Responsable du contrôle de l'attention

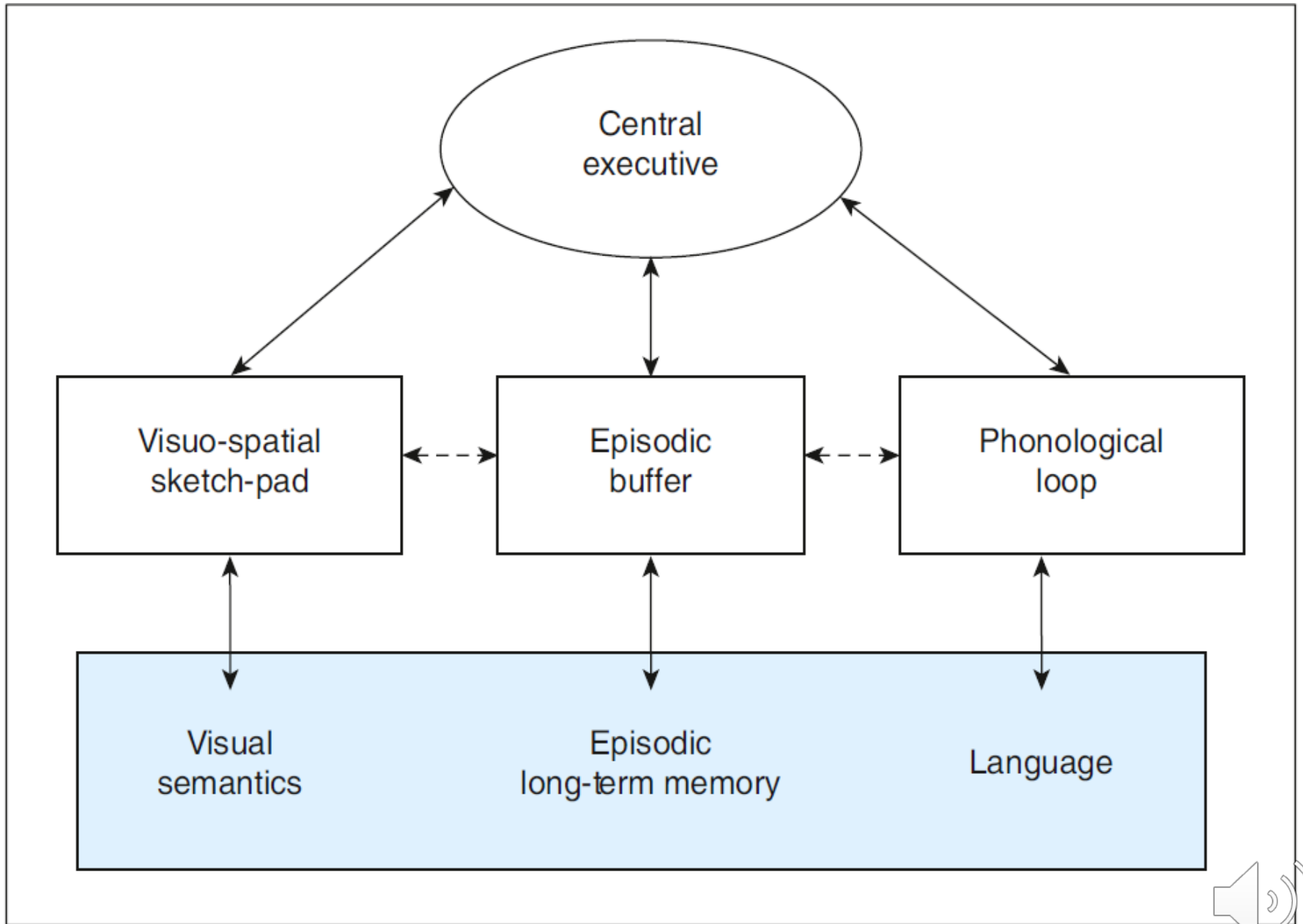
## □ **Cowan & al.**

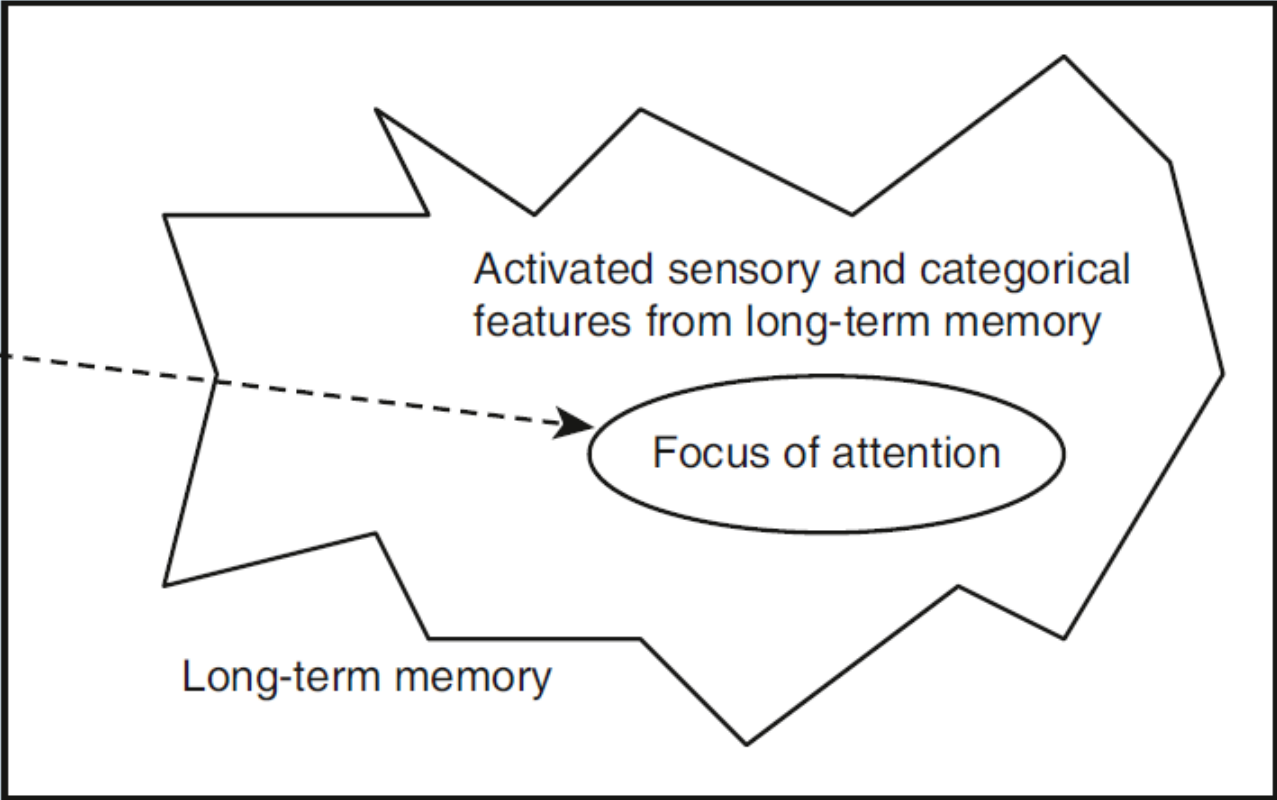
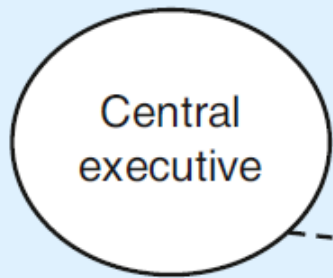
### □ Administration centrale des processus – partage de l'attention

- 4  $\pm$  1 éléments en même temps
- Développement cérébral: frontal, amélioration du stockage et de la vitesse









Current Biology



# Liens entre mémoire de travail et TSDL

- Il existe un lien entre répétition de non-mots et taille du vocabulaire (plusieurs études avec des enfants tous-venants de 4 à 13 ans – Baddeley & al.)
- Gathercole & Baddeley (1990): Les enfants TSDL ont plus de mal à répéter les non-mots de 3 ou 4 syllabes que des contrôles chronologiques ou langage
  - ▣ Mais ils ont d'aussi bons résultats que les contrôles sur les mots de 1 ou 2 syllabes
  - ▣ Résultats largement confirmés



- Est-ce un problème de stockage ou de traitement linguistique ?
  - ▣ Archibald & Gathercole 2006
    - Pas de trouble de mémoire de travail visuo-spatiale sur des enfants TSDL (TSDL 9ans, contrôles âge chronologique et âge langagier)
- Adams & Gathercole 2000
  - ▣ Enfants avec faible performance en répétition de non-mots ont un répertoire lexical plus faible, phrases plus courtes et moins de structures syntaxiques
- Conti-Ramsden & Botting (2001, 2004)
  - ▣ la répétition de non-mots est une des épreuves les plus sensibles (avec la répétition d'énoncés) pour identifier des enfants TSDL



# Induction de règles

- Deviner une règle à partir d'un ensemble de prémices (tâche consciente)
  - Résultats parfois contradictoires
  - TSDL moins bons que contrôles âge chronologique
    - Hoskins(1979) : TSDL moins bons mais y arrivent après plus d'essais
    - Nelson & al. (1987) : TDSL moins bons, surtout en tâches implicites (problème de trouver les informations à encoder)
    - Weismer (1991) : test en éliminant les problèmes de mémoire de travail plus faible chez les TSDL : résultats confirmés
    - Connell & Stone (1994) : non confirmés dans une tâche non-langagière
    - Kamhi & al. (1990) : TSDL ont surtout des problèmes lorsqu'ils ont seulement des instructions verbales
  - Masterson (1993) : enfant moins bons que contrôles (comme âge vocabulaire) pour tâche de découverte de règles, mais comme contrôles âge pour une tâche d'application de règle



# Mémoire procédurale

- Traite des procédures verbales, motrices et cognitives
  - ▣ taper à la machine, conduire un vélo ou jouer à des jeux d'adresse (savoir-faire - *skill*) → **implicite**
  - ▣ apprentissage des règles
    - mettre en œuvre des compétences incluant des séquences, que celles-ci soient séquentielles ou simultanées, sensori-motrices ou cognitives
    - acquisition progressive des procédures, se fait peu à peu par de multiples essais
    - une fois les procédures intégrées elles sont appliquées rapidement et automatiquement



# L'hypothèse du déficit de mémoire procédurale

- Ullman (2004) défend l'idée que deux systèmes se complètent dans le cerveau avec des localisations différentes
  - Démonstré en fMRI par Reber & al (2010) – mais fMRI pas forcément précise et peut-être aussi des éléments en commun
- ▣ La mémoire déclarative
  - Qui permet de traiter le lexique
- ▣ La mémoire procédurale
  - En particulier aire de Broca et noyau caudé de la base
    - Des structures qui servent à traiter les automatismes moteurs (voir Fadiga & al., 2006)
  - Qui servirait à traiter les règles grammaticales
- ▣ Prédit des déficits dans des domaines non-langagiers



# Test de la théorie de la mémoire procédurale

- Evans, Saffran, Robe-Torres (2009)
  - ▣ Test d'apprentissage implicite sur des enfants de 6 à 14 ans
    - Écoutent 21 mn de langage avec des probabilités conditionnelles différentes à l'intérieur des mots d'entre les mots (méthode utilisée par Saffran 1997 pour tester l'acquisition de régularité chez des enfants de 6 ans)
    - Ecoute non attentive, les enfants dessinent pendant le temps de l'expérience
  - ▣ Les TSDL ont une performance au niveau du hasard (les contrôles réussissent)
- même expérience sur 42mn
  - ▣ Léger apprentissage de TSDL mais inférieur aux contrôles
- en utilisant des tons (sons non-verbal) sur 42 mn
  - ▣ Pas d'apprentissage des TSDL et apprentissage des contrôles





- Lum, Gelgic, Conti-Ramsden (2010)
  - Test de la mémoire déclarative
    - Apprentissage associatif (apprentissage de paire d'éléments)
      - Test verbal et test visuel
  - Et de la mémoire procédurale
    - Test de temps de réaction sériel (SRT)
      - Test visuel
  - Résultats: Déficits dans les deux types de mémoire
    - Seulement en verbal pour mémoire déclarative



# Autres résultats

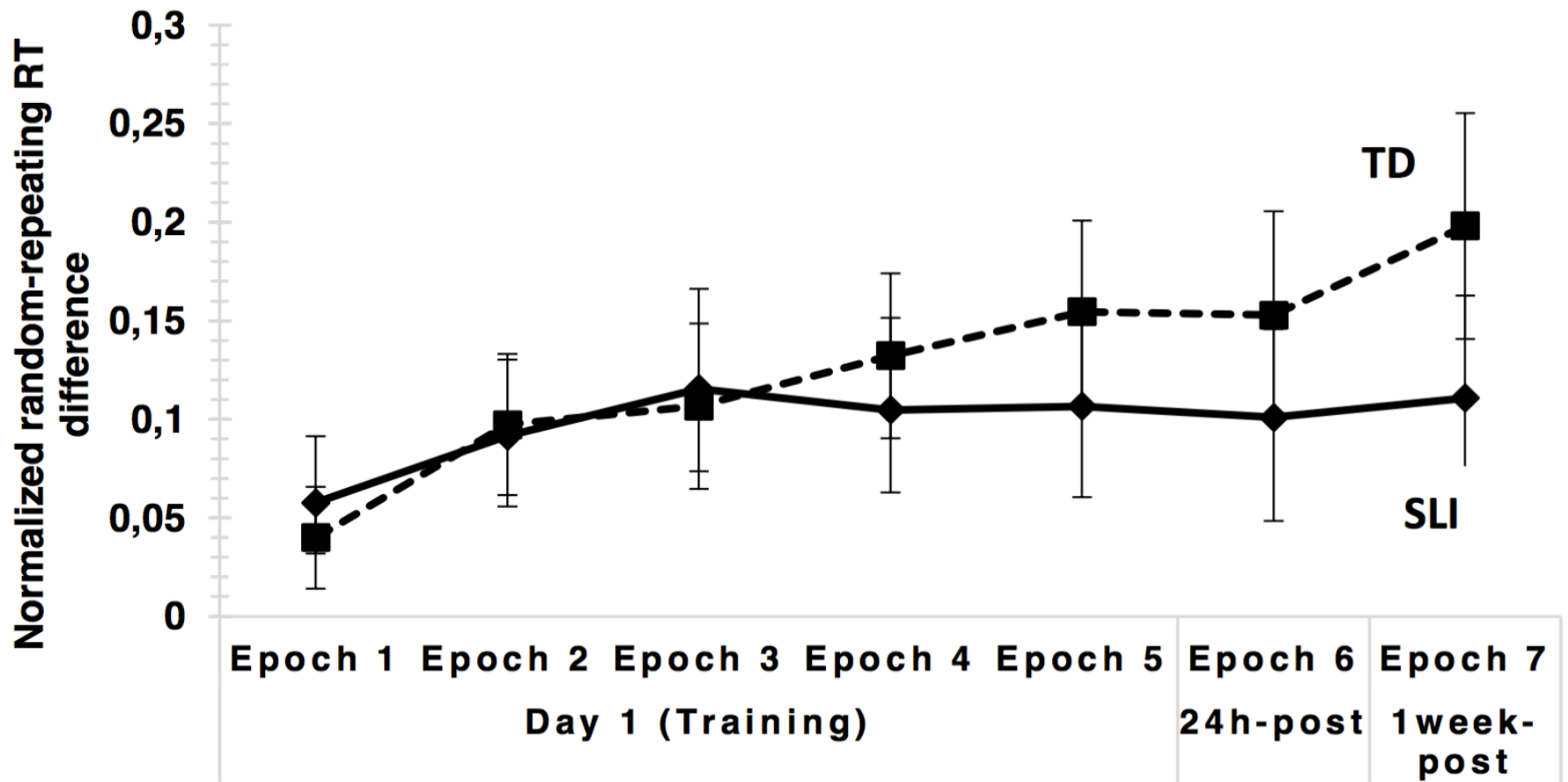
- Riccio, Cash & Cohen (2007)
  - ▣ Faiblesses en apprentissage et mémoire verbale
  - ▣ Pas de problème dans des tâches visuelles et non verbales
- Vugs, Hendriks, Cuperus & Verhoeven (2014)
  - ▣ TDL < Contrôles en mémoire de travail verbale et visuospatiale
  - ▣ Problèmes en inhibition, contrôle de émotions, planning/organisation
  - ▣ Touche plus les jeunes enfants
- Que penser des résultats contradictoires ?
  - ▣ Lum, Conti-Ramsden, Morgan, Ullman (2013)
    - Meta-analyse sur les tests de la mémoire procédurale
      - 8 études sur 186 enfants en tout et 203 contrôles
      - Globalement un effet significatif sur la différence TSDL et contrôles
      - Moins d'effets dans les études avec des enfants les plus âgés et lorsque les enfants ont beaucoup d'essais pour effectuer leur tâche
      - Apprentissage plus lent dans le domaine visuo-spatial



# Difficultés dans la consolidation à long terme - Desmottes, Meulemans & Maillart (2016)

- Les difficultés ne sont pas nécessairement dans la création de séquences mémorielles mais aussi dans la **consolidation du stockage** à long terme
  - ▣ Consolidation → effet du sommeil, réorganisation cérébrale
  - ▣ Test des enfants TSDL et CTR après 24h et après une semaine
  - ▣ Enfants CTR consolident après l'apprentissage initial, ce que les enfants TSDL ont du mal à faire
    - 5 phases dans l'apprentissage procédural
      - Apprentissage initial rapide (en minutes)
      - Consolidation lente (en heures)
      - Stabilisation
      - Automatisation (en jours)
      - Résistance au temps à très long terme





**Figure 2.** Evolution of specific sequence learning across training (day 1) and post-training sessions (24h-post and 1 week-post) for the Specific Language Impairment and Typically Developing groups of children. Bars represent standard deviations of the mean.



# Lenteur de traitement cognitif

- On constate chez certains enfants un ralentissement généralisé, y compris de tâches non-verbales
  - ▣ Augmentation moyenne du temps de réaction de 20% à 30%
  - ▣ La lenteur ne semble pas gêner les traitements langagiers dans les énoncés simples mais pourrait les perturber lorsqu'ils sont complexes
  - ▣ Fatigue évidente lors de passation de batterie de tests
- A priori, en laissant du temps aux enfants ils peuvent arriver à retrouver de bonnes performances
  - ▣ Mais on trouve des liens entre certaines tâches difficiles (visuo-motrices , visuo-spatiales, métaphonologiques) et ralentissement



# Limitation des capacités de traitement

- Principe: on disposerait d'une quantité de capacité de traitement de l'information limitée (en particulier voir mémoire de travail et attention)
  - ▣ Les tâches automatisées nécessitent des ressources moindres ou quasi-nulles
  - ▣ Demande importante pour des activités non-automatisées et dégradation des performances en cas de charge de travail importante
- Note: on peut « simuler » des comportements TSDL en mettant les enfants en difficulté les capacités de traitement (accélération du débit sonore)



# Conséquences

- Des difficultés limitées à un domaine vont être accentuées par une diminution des capacités de traitement
- Des représentations phonologiques sous-spécifiées sont plus coûteuses en traitement (d'où accentuation)
- Difficulté de traiter simultanément des informations de nature différente (phonologique, lexicale, syntaxique, sémantique)
- Tend à avoir des conséquences également sur les traitements non-verbaux



# Images mentales

- Tests faits sur des manipulations d'images mentales
  - ▣ Rotation d'images
- Contrôles âge chronologique > meilleurs que > TSDL > meilleurs que > Contrôles âge langage (LME)
  - ▣ Note: il est difficile d'affirmer qu'il y a un lien entre manipulation d'images mentales et développement du langage





# Déficit attentionnel

- Comorbidité ADHD
  - ▣ Ullman & Pierpont 2000 → une partie des mécanismes langage-attention en commun
- Les enfants TSDL ont souvent des difficultés attentionnelles (mais beaucoup de jeunes enfants aussi)
- Qu'est-ce-que le trouble de déficit attentionnel ou hyperactivité?
  - ▣ Condition dans laquelle les enfants ont:
    - Une attention peu stable
    - De l'impulsivité
    - De l'hyperactivité « improductive »
    - Une fragilité des mécanismes d'adaptation à l'environnement
  - ▣ Nature primaire du trouble: **Attention déficiente**
  - ▣ Les déficits d'attention peuvent souvent être secondaires à d'autres troubles (dépression, anxiété, spectre autistique, déficience mentale, ...)



# Bases de l'attention

- L'attention peut être considérée comme un actualisation de la conscience – lien avec mémoire de travail, la vigilance, la focalisation, l'adaptation comportementale
- Plusieurs types d'attention (Mirsky & al., 1991) :
  - Attention sélective
    - Attention dirigée vers un objet précis qui ignore les autres objets
  - Attention focalisée
    - Attention dirigée telle que on peut devenir inattentif au reste
  - Attention saillante
    - Attention dirigée vers un élément précis de manière top-down (on n'encode que les éléments auxquels on est attentif)
  - Attention soutenue
    - Attention maintenue à travers le temps (durée pendant laquelle on arrive à maintenir son attention – plus courte chez le jeune enfant).
  - Déplacement de l'attention
    - Capacité à passer d'un focus d'attention à un autre (liée à l'administrateur central de la mémoire de travail)
- L'attention sélective et la mémoire de travail se développent en même temps que se réalisent la maturation du lobe frontal
  - "retard préfrontal" des enfants ADHD reste à peu près constant, de 2-3 ans environ



# Liens entre attention, mémoire et capacités de traitement

- ADHD affecte essentiellement la mise en œuvre et la gestion des ressources attentionnelles ainsi que les fonctions exécutives (donc mémoire)
- La théorie de limitation de capacité (Just & Carpenter, 1992) dit que le cerveau alloue les ressources de manière uniforme (ne privilégie pas un sous-système)
- Les enfants de 7 ans allouent l'attention comme les adultes sauf si la mémoire de travail est surchargée (Cowan & al. 2010)
- Cowan: la mémoire de travail est une activation plus forte (attention) de la mémoire à long terme



- L'ensemble de ces fonctions correspondent aux mêmes zones cérébrales et se développent en même temps
- 
- Weismer, Plante & al. (2005) ont étudié (fMRI) le fonctionnement de la mémoire de travail verbale chez des TSDL et contrôles (pour tester l'utilisation de la capacité de traitement)
    - Les TSDL ont des performances plus faibles (tâche de reconnaissance en mémoire de travail) et ont une plus faible activation des zones qui traitent la mémoire, l'attention et le langage
    - Ils semblent avoir une moins bonne coordination de ces régions
  - Ebert et Kohnert (2011) ont réalisé une méta-analyse sur l'attention soutenue et montrent que les liens entre déficit de l'attention et troubles du langage sont systématiques, portant aussi bien dans les domaines auditifs langagier et non-langagier que le domaine visuel.



# Liens entre attention et langage

Garagnani, Shtyrov & Pulvermüller, 2009

- Théorie:
  - Circuits cérébraux traitant les mots de la langue Création de circuits mémoriels perception-action distribués mais fonctionnant de manière discrète (par seuil) – ces circuits sont peu sujets à l'attention
  - Les pseudo-mots (mots inconnus) sont fortement dépendants de l'attention, des ressources disponibles et des compétitions entre circuits mémoriels
- Test en imagerie (MMN)
  - La réponse cérébrale de sujets a été mesurée avec des mots et non-mots
    - Réponse cérébrale supérieure pour non-mots si attention disponible
    - Réponse cérébrale inférieure pour non-mots si attention indisponible
- Conséquences:
  - l'apprentissage du lexique est liée à la quantité d'attention disponible
  - Dans une théorie usage-based (ou lexico-syntaxique), l'acquisition de la syntaxe sera aussi perturbée



# Liens avec d'autres fonctions

- Montgomery 1995
  - ▣ problème avec les phrases longues mais pas courtes → combinaison des problèmes de stockage et de traitement
- Montgomery 2000
  - ▣ Performance en charge cognitive (double charge) plus faibles chez les TSDL que les contrôles chronologiques
  - ▣ Rappeler des mots et les classer en même temps
    - Sur un seul critère – taille par ex.
    - Sur deux critères – taille et catégorie par ex.
- Montgomery & Windsor 2007
  - ▣ Lien entre vitesse de traitement (temps de réaction à une tâche auditive) et répétition de non-mots : lien vitesse - mémoire de travail
    - Vitesse surtout associée à traitement de matériel connu



# Quelles leçons tirer de cet éventail de troubles ?

(propositions sur la nature des troubles du langage et de la mémoire/attention)

- Les problèmes de mémoire de travail, d'attention et de capacité de traitement semblent liés
  - ▣ Ils se reposent tous sur des supports neuronaux communs et semblent même liés dans leur principe
    - La mémoire de travail est peut-être une forme d'attention
    - Elle met en jeu la quasi-totalité du cerveau (comme l'attention et le traitement de la complexité – et aussi la conscience en opposition aux traitements inconscients)
- On peut imaginer que le langage est plus touché que d'autres fonctions cognitives car c'est celle qui utilise le plus « tout le système en même temps »



## □ Les dysphasiques auraient du mal à recruter les fonctions cérébrales

- Ils ont besoin d'une attention importante pour apprendre
  - Leurs apprentissages sont difficilement inconscients – ils apprennent mieux de manière consciente parce qu'ainsi ils ont une sollicitation cérébrale plus importante
  - Ils ont du mal à créer des informations nouvelles (apprendre des mots, généraliser des règles de grammaire) → ils auraient du mal à recruter suffisamment leurs neurones pour créer des nouveaux circuits neuronaux
- ## □ Liens avec la rééducation des troubles
- Les techniques de rééducation implicites (inattentives) ne sont pas efficaces (Nelson et al., 1996; Fey, Cleave & Long, 1993, 1997)
  - Une attention explicite de la part des enfants semble donc nécessaire (Ebbels, 2007). On peut aussi utiliser des aides (visuelles par exemple) pour enrichir les contextes d'apprentissage. Ces aides peuvent aussi aider à réaliser des analogies et des catégorisations.





# Troubles des interfaces



# Perception de phonèmes

- Enfants TSDL tendent à avoir des faibles performances en perception de sons (discriminer deux sons) – Joanisse & al. 2000
- Mais en comparant des enfants avec troubles de l'audition et pas de trouble de langage et des enfants TDSL – Norbury & al. (2002)
  - ▣ même déficits de perception phonétique, attention et mémoire dans les 2 groupes
  - ▣ Donc pas de liens clairs entre audition et troubles
    - Différence cause → même conséquence mais trouble de langage dans un seul cas



# Traitement temporel

- Résultats classiques montrent des troubles des stimuli à traiter rapidement ou présentés rapidement
  - Perception d'une frontière entre deux sons purs – dès les années 60
    - Intervalle nécessaire pour cette perception chez les TSDL 36ms versus 19ms chez les contrôles
    - Ordonnancement de sons purs
    - Ordonnancement de sons de parole (s et ʃ, ou ʃ et tʃ) – pas de problème pour les sons isolés, seulement si en succession
      - Attention groupes avec des contrôles âge chronologique
- Amélioration des techniques utilisées (pas de réponse verbale de la part de l'enfant)
  - Choix de deux réponses entre deux stimuli très proches: pour les TSDL besoin d'un écart de 300ms pour avoir des réponses meilleures que le hasard (Tallal & Piercy, 1973)
  - La difficulté des tâches dépend aussi de la durée du stimuli lui-même (et pas que de l'écart)
    - Changements brefs, éléments brefs, combinaisons des deux
  - Ces difficultés semblent moins fortes pour d'autres modalités (visuelle, tactile), mais ont aussi été démontrées



## □ Utilisation de stimuli verbaux

- Pas de différence TSDL contrôles âge chronologique pour [ɛ] et [æ], mais différence entre [ba] et [da] (durée de 250ms, tâche d'identification et d'ordre d'apparition) – amélioration pour [ba] et [da] lorsque l'on augmente artificiellement de 43ms à 90ms la durée de la transition dans les formats permettant de différencier les syllabes
- Ces difficultés semblent liées à la présence des sons de langage dans une succession de phonèmes (intérieur de mot, mot multisyllabique)



- Recherche en particulier menée par Tallal et coll.
  - Déficit de traitement temporel
    - Déficit susceptible de rééducation, même sur des périodes assez courtes (20 jours) – qui amène à des améliorations des performances en compréhension
    - Expérience de rééducation: utilisation de sons alongés avec amplification (+20db) des zones dans lesquelles il y a des transitions rapides (Merzenich et Tallal et al., 1996)
    - Résultats de ces expériences difficiles à interpréter (trop rapides pour suggérer un apprentissage « à zéro » mais plutôt une réorganisation de connaissances)



# Problèmes pour cette approche

- Pas d'explication donnée pour les déficits sur des éléments indépendants des traitements rapides
- Les enfants contrôles (sans troubles de langage) s'améliorent sur ce type de tâche avec l'entraînement
- Les enfants TSDL tendent à s'améliorer avec l'âge, même sans entraînement spécifique (pas une condition permanente donc)
- Ludlow (1983) enfants avec déficit de l'attention mais pas de déficit de langage ont le même type de problème
- Les déficits semblent être conjugués avec des déficits de catégorisation phonologique
  - ▣ les troubles existent surtout lorsque les sons ont des différences limités à un seul trait phonologique
- On trouve des perturbations du même type chez des enfants avec un langage normal et certains enfants avec des troubles de langage ont des bonnes performances (Bishop & al., 1999)
  - ▣ Condition ni nécessaire ni suffisante pour créer des troubles TSDL, mais qui a un effet lorsqu'elle vient s'ajouter à un terrain défavorable



# Discrimination de fréquences

- McArthur & Bishop (2004) -2 articles
  - enfants TSDL ont de moins bonne discrimination de fréquence sonore à 600Hz pour des durées de 25ms et 250ms – contrôle même âge chronologique et même QI non verbal
  - correspondent en fait à un sous-groupe
  - leurs troubles ne sont pas durables (suivi en 2005, Hill & al.)
  - les enfants les plus jeunes sont les plus susceptibles de problèmes
    - les résultats de potentiels évoqués montrent que les enfants avec troubles ont des ondes cérébrales proches de celles d'enfant plus jeunes – Bishop & McArthur (2005)
- Nickisch & Massinger (2009) – comparaison TSDL contrôle âge chronologique
  - Plus faible discrimination fréquentielle chez TSDL
  - Pas de problème de traitement temporel et audition non-verbale
- Troubles de l'audition et perception sont probablement des facteurs aggravants

