

Fonctions exécutives et apprentissages
Delphine Dellacherie, PhD

MCF en Neuropsychologie, Univ Lille, Lab Psitec
Psychologue spécialisée en Neuropsychologie, CHRU Lille

Semaine de l'école maternelle, 07/02/2018 à Arras

Préambule

« Mieux vaut réfléchir avant d'agir plutôt que regretter après avoir agi » (Démocrite 460-370 av JC)

« La réflexion constitue un fondement nécessaire à toute forme de fonction exécutive » (Zelazo, 2015)

Préambule

- Connaissances sur les FE (Fonctions Exécutives) chez l'enfant ont récemment progressé
- Enjeu de santé publique
- Rapport de l'UNICEF sur le FEs (édité par Morton, 2013)
- Plusieurs journées scientifiques :
 - déc 2016 : journée de l'association pour la recherche sur les troubles d'apprentissage, Paris
 - janvier 2017 : journée consacrée lors de la Société Française de Neurologie Pédiatrique, Paris

Préambule


- Nous ne naissons pas avec des fonctions exécutives (FEs)
- Les enfants naissent avec un potentiel à développer à travers les interactions et la pratique
- FEs peuvent être entraînées sous certaines conditions (Diamond et al, 2011)
- Il est possible de favoriser et de renforcer les fonctions exécutives à travers les activités et jeu proposés aux enfants (Center on the Developing Child at Harvard University, 2014)
- Adapter les activités en fonction de l'âge

Fonctions exécutives et apprentissages

- Historique
- Définition des concepts
- Implication des fonctions exécutives (FEs) dans la vie scolaire
- Trajectoires développementales des fonctions exécutives
- Catégories d'élèves en difficulté au niveau des FEs
- Influence de l'environnement/Impact sur les apprentissages
- Perspectives pratiques : stratégies pédagogiques et perspectives d'intervention


Historique

- 1950-70 : **Luria**, pionnier : « fonctions exécutives »
= décrit des fonctions de haut niveau, fonctions de contrôle de tâches cognitives diverses permettant à l'être humain de réguler son comportement
- Années -80 = **modèle de Norman et Shallice** après celui de **Baddeley** (attention/mémoire de travail)
- Liens entre la cognition et l'affectivité/le comportement : **Bechara/Damasio**
- => Composante centrale de l'auto-contrôle et de l'auto-régulation, ce qui a un impact fort dans la vie quotidienne
- Tentatives de **modélisation** des mécanismes cognitifs




Les fonctions exécutives

- **Les fonctions exécutives :**
- Ensemble de processus mentaux hétérogènes
- Fonctions d'ordre supérieur
- Impliquées dans toute action orientée vers un but
- **Analogie du chef d'orchestre**
- Rôle de coordination
- Impact global sur le fonctionnement



Les fonctions exécutives

- Circuits neuronaux complexes - rôle prédominant du cortex préfrontal




}

- Mémoire de travail**
- Inhibition**
- Flexibilité mentale**
- Planification /organisation**


Mémoire de travail

- Capacité à traiter et manipuler mentalement des informations pour produire un résultat
- Durée en secondes/minutes
- Capacité : 3-5 éléments
- Analogie avec la mémoire vive d'un ordinateur




Inhibition

- Capacité à résister aux distractions et impulsions
- maîtrise de soi
- Penser avant d'agir ou parler
- arrêter un geste ou une parole qui nuirait à ce qu'on veut accomplir
- Analogie : filtre ou frein mental




Flexibilité mentale

- Capacité à alterner entre des états cognitifs pour changer d'attitude, de perspective ou de comportement (shifting, switching)
- En lien avec l'adaptation aux changements
- Capacité à penser de manière créative



Planification

- Analyser le problème à résoudre et définir des priorités d'action avant d'agir
- Sélectionner les stratégies efficaces et de décider de l'ordre des étapes à effectuer (jugement)
- Surveiller de manière continue l'impact de nos actions pour l'atteinte d'un but (auto-contrôle)
- Réajuster les actions si besoin



Les fonctions exécutives

- FEs: processus ou groupe de processus qui permet l'adaptation à des conditions nouvelles (à travers la modulation et le contrôle des aptitudes cognitives de routine) (Damasio, Shallice, Burgess)
- Le développement des FEs est déterminant chez l'enfant
- Responsables de difficultés d'adaptation scolaire et sociale lorsqu'elles font défaut.

Impact des troubles des FEs

- **Impact d'un trouble des fonctions exécutives :**
 - Rendement académique
 - Santé physique
 - Bien-être
 - Profession
 - Vie sociale
 - Relation conjugale
 - Bien-être de manière générale

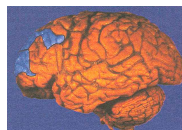
Elèves avec des difficultés exécutives

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Troubles spécifiques des apprentissages • Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) • Déficience intellectuelle • Trouble du spectre autistique (TSA) • Syndrome Gilles de la Tourette • Troubles psychiatriques (schizophrénie) | <ul style="list-style-type: none"> • Syndrome d'alcoolisation fœtale • Diabète • Traumatisme crânien • Tumeur cérébrale • Négligence et abus • Dépression • Troubles anxieux etc ... |
|--|---|

Dichotomie des troubles exécutifs

Versant **cognitif**

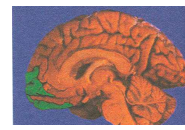
Cognition « froide »



Zones préfrontales dorsolatérales
du cortex préfrontal

Versant **affectif/motivationnel**

Cognition « chaude »



Régions orbitaires et ventromédianes
du cortex préfrontal

(Zelazo & Müller, 2002)

Émergence des FEs

- Avant l'entrée à l'école primaire
- Mise en place des prémisses des FEs très tôt dans la vie
- Vers huit mois : bébé peut retrouver un objet caché après un bref intervalle (capacité très limitée)
- Erreur paradigme « A non B » : 8-12 mois

Émergence des FEs

Tâche A et non-B



Séquence des événements pour une « erreur A-non-B ». Il s'agit d'une tâche standard de recherche à deux endroits, où un objet est caché au premier endroit (A) puis au deuxième endroit (B). Un bébé regarde un objet qui se fait cacher à l'endroit A; le bébé cherche à l'endroit A et trouve l'objet; l'objet est alors caché à l'endroit B pendant que le bébé regarde; le bébé cherche à l'endroit A. « Où est la voiture ? »

(Zelazo, site aboutkidshealth)

Émergence des FEs

- Accomplissement du paradigme « A non B » vers 1 an (Piaget 1936)
- Corrélation entre cette réussite et l'activation précoce des **régions dorsolatérales** du cortex préfrontal (Diamond, 2004)

Facteurs du développement des FEs

- Le développement implique une combinaison de facteurs
 - influences génétiques (Miyake & Friedman, 2012)
 - maturation cérébrale
 - langage
 - environnement et expériences de vie

Développement des FEs

- Développement très rapide pendant la période préscolaire
- Accélération à l'adolescence
- Changements liés à des modifications des réseaux dans le cortex préfrontal
 - = périodes sensibles
- Fin de la maturation des FEs :
Fin de l'adolescence et début de l'âge adulte (Best et al, 2009 ; Luna et al, 2004)
=> Immaturité normale

Développement des FEs

- Avant 4-5 ans FEs sous-développées
- Cela explique la difficulté des tout petits :
 - À cesser une activité pour en démarrer une nouvelle
 - Planifier d'avance
 - Faire plus d'une chose à la fois
 - Se concentrer pendant de longues périodes
 - Renoncer à une gratification immédiate / Résister aux tentations
 - Contrôler les émotions
- Ces « difficultés » font partie du développement normal. Elles sont liées au stade de développement du cerveau à cet âge.

Développement des FEs

- Unité et diversité des fonctions exécutives
- Relative indépendance de trois fonctions :
 - La fonction de mise à jour (mémoire de travail)
 - Les capacités de flexibilité
 - les processus d'inhibition
- 3 fonctions séparables mais modérément corrélées
- Processus communs = unité de base du fonctionnement exécutif

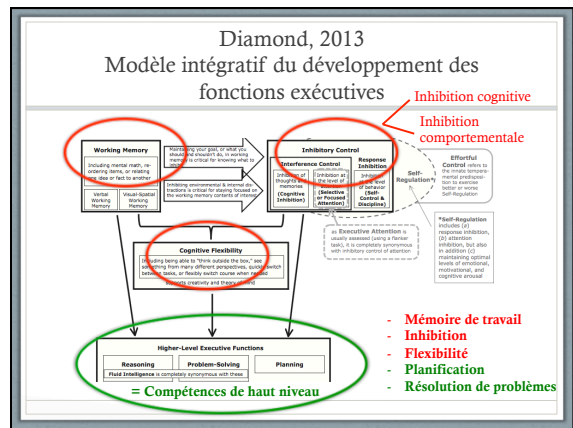
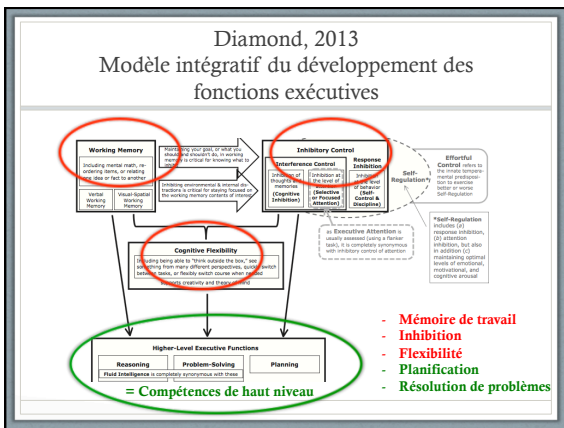
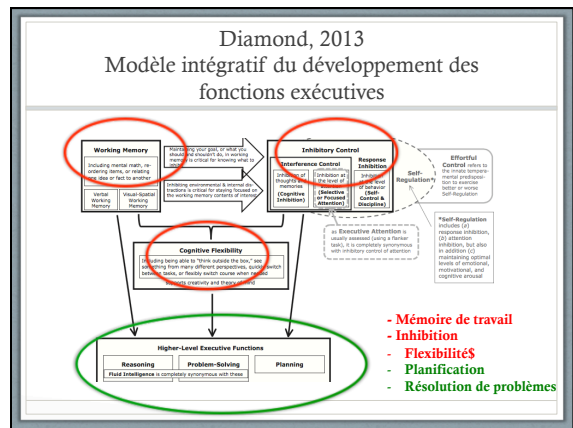
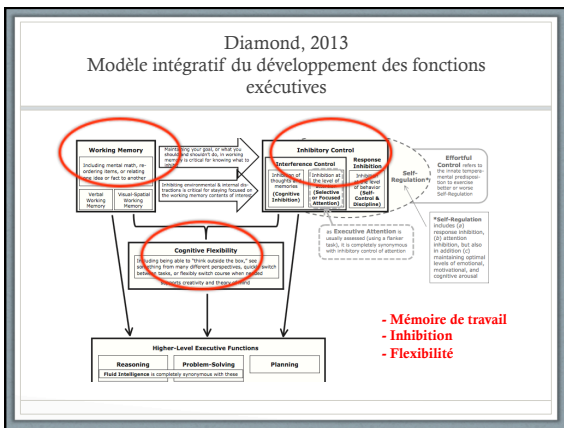
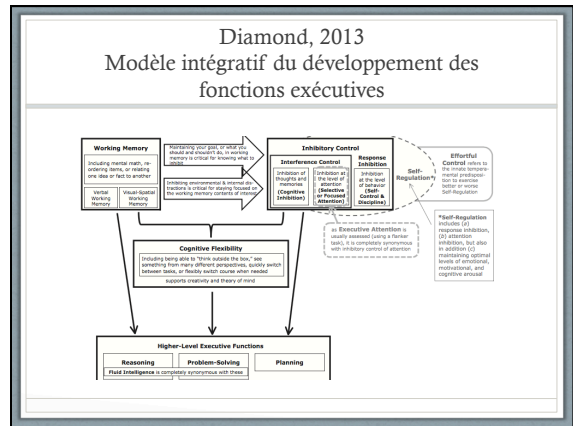
Miyake, 2000

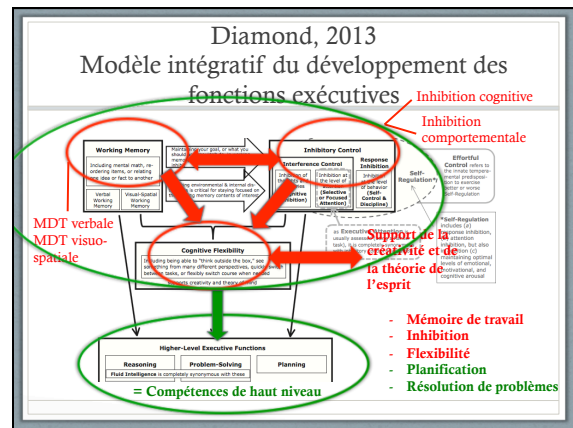
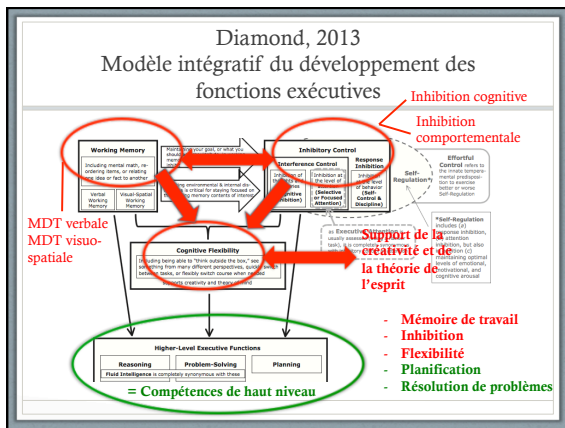
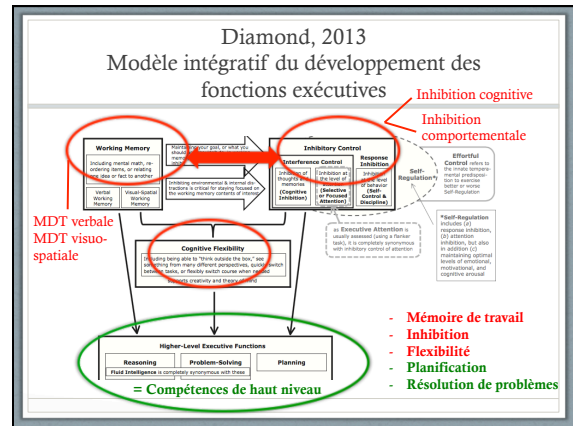
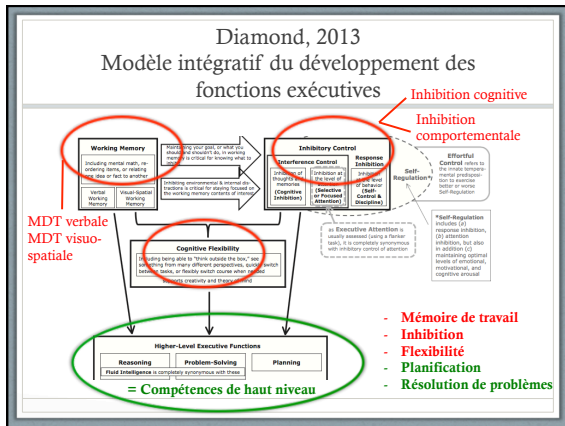
Développement des FEs

Au cours du développement :

- Âge préscolaire : les fonctions exécutives ne sont pas différenciées (Wiebe et al, 2008)
 - Âge scolaire : les fonctions exécutives se diversifient
 - Des FEs inadéquates en bas âge risquent de perdurer pendant l'enfance et l'adolescence
- ⇒ Importance d'aider les enfants d'âge préscolaire à améliorer leurs FEs

- Modèle de Diamond (2013)
- Caractère composite et interdépendant des FE





Trajectoires développementales

- Points de repères développementaux

Trajectoires développementales

- Développement des fonctions exécutives
- Evolution illustrée à travers les courbes de progression identifiées dans des tâches d'évaluation des Pes
- Exemple : l'inhibition avec l'effet stroop

Trajectoires développementales

- Exemple : l'inhibition =

Empêcher que des informations non pertinentes ne perturbent la tâche en cours

Supprimer des informations précédemment pertinentes mais qui sont devenues inutiles

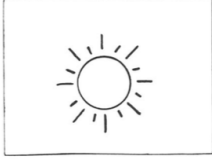
Inhibition

- Amélioration continue des capacités de résistance à l'effet stroop
- Évaluation de la capacité à inhiber des automatismes


L'effet STROOP

- Entre 3 et 7 ans

(a)



(b)



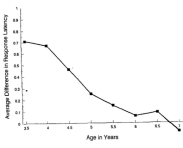
L'effet STROOP

À partir de 7 ans

		VERT	JAUNE		BLEU	JAUNE
		VERT	ROUGE		VERT	JAUNE

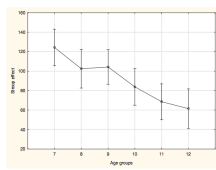
L'effet STROOP

- Entre 3 et 7 ans



Test day-night
(Gerstadt, Hong & Diamond, 1994)

- Entre 7 et 12 ans



Test de Stroop
(normes françaises 7 – 12 ans, Roy et al, 2016)

Développement

- Inhibition**
 - Vers 5 – 7 mois: accès direct à un objet mais pas indirect (impossibilité d'inhiber)
 - Entre 3 ans ½ et 6 – 8 ans: inhibition possible d'un schème précédemment acquis (tâches conflictuelles)
 - Inhibition des distracteurs : efficace autour de 7 ans évolution jusqu'à 12 ans

Développement

- **Mémoire de travail**

	Empans endroits	Empans envers
4 ans	3	2
6 ans	4	3
8 ans	5	3-4
11 ans	6	4
16 ans	7	6

Tailles moyenne des empans de chiffres (WISC IV)

Développement

- **Flexibilité :**

- À 2 ans: possibilité d'appliquer une seule règle à la fois
- Emergence d'une certaine flexibilité vers 2 ans et demi (inversion de consignes simples) (Brooks et al, 2003)
- À 3-4 ans : possibilité de combiner 2 consignes ex : « ici on met les rouges, et là les bleus »
- À 4 ans : possibilité d'administrer des épreuves de fluences verbales sémantiques ou phonologiques, ou de fluidité de dessins
- Progression jusque 16 ans

Développement

- À 3 ans l'enfant est capable de **contrôler une impulsion** et de **faire preuve de flexibilité cognitive** pour **adapter sa réponse à une situation nouvelle**
- **Planification** : Progression régulière de 4 à 16 ans

Influences de l'environnement

- **Différences interindividuelles**

Différents styles cognitifs et répertoires d'actions suivant les expériences personnelles de l'individu

- **Effet du milieu :**

Enfants de milieux défavorisés plus à risque de développer des FEs inadéquates
(Mastens et al, 2012, Obradovic et al, 2010 ; DePrince et al, 2009 ; Loman et al, 2012, Pears et al, 2010)

Influences de l'environnement

- Influence du **stress** sur les FEs au point de pouvoir entraîner un tableau similaire à celui d'un TDAH (Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité) (Pechtel & Pizzagalli, 2011)
- **Effet protecteur** des Fes, qui présentent un fonctionnement résilient à l'école
- Facteurs favorisant les FEs :
 - **Relation parents-enfants positive**/sa capacité à atténuer le stress
 - Parents réceptifs, qui imposent une discipline moins sévère et favorisent l'**autonomie**

Influences de l'environnement

- Rôle de l'éducation, culture, milieux ... (Er Rafiqi et al, 2017)
 - Effet du statut socio-économique sur les fonctions exécutives
 - Rôle de la qualité de la relation parent-enfant
 - Effet des pratiques éducatives sur le développement des FEs
 - Effet de la culture

FEs et apprentissages

- Fonctions exécutives = fonctions transversales
- Liens avec la réussite scolaire
- Liens avec les compétences sociales et émotionnelles
- Liens avec la santé, la réussite socio-économique et l'insertion sociale

FEs et apprentissages

- A l'école, les apprentissages s'organisent autour de trois types de savoir mobilisant différemment les FEs (Lodenes et Alix, 2015)
 - 1) L'acquisition de **savoir** (connaissances)
 - 2) L'acquisition de **savoir-faire** (compétences)
 - 3) L'acquisition de **savoir-être** (comportements)

FEs et apprentissages

- Lien entre fonctions exécutives et **apprentissages** (Barth, 1993)
- Lien avec la **réussite scolaire** (Moffitt et al, 2011)
- Lien des fonctions exécutives avec le **QI** (Friedman et al, 2006) - à relativiser
- FEs prédisent plus rapidement la réussite scolaire que le **QI**, le niveau en maths et en Français (UNICEF, rapport de Morton et al, 2013)

FEs et apprentissages

- Les enfants dont les FEs sont plus développées avant l'entrée en primaire réussissent mieux à l'école (Mastens et al, 2012)
 - FEs peuvent booster réussite en maths et français
 - Encouragent un comportement adapté en classe (contrôle attentionnel)
 - Favorisent des relations de qualité avec les enseignants et les pairs

FEs et apprentissages

- Influence des FEs sur la **cognition sociale** pendant les années préscolaires
- Liens chez les enfants d'âge préscolaire entre la maîtrise de la **théorie de l'esprit** et le **développement des FEs**, associées au cortex préfrontal

FEs et apprentissages

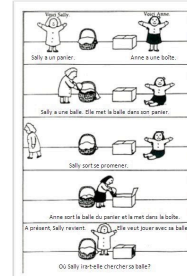
- Théorie de l'esprit :
- En 1978 Premack et Woodruff définissent la théorie de l'esprit « theory of mind » comme la capacité à attribuer des états mentaux à lui-même et aux autres
- Appliquée notamment à l'autisme (Baron-Cohen et al, 1985)
- = aptitude du sujet à expliquer et à prédire ses propres actions et celles d'autrui, aptitudes qui sont nécessitent de pouvoir inférer que ces actions sont induites par des états mentaux

Théorie de l'esprit

- Evaluation de la théorie de l'esprit cognitive : tâche des fausses croyances
- Tâche de fausse croyance: situation où quelqu'un a une croyance sur le monde qui diffère de la réalité
- L'enfant pour répondre correctement doit inférer une fausse croyance à des protagonistes qui ne correspondent pas à ce que sait l'enfant.

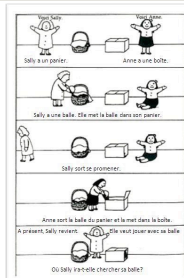
Théorie de l'esprit

Tâche de Sally & Anne



Théorie de l'esprit

Tâche de Sally & Anne



Capacité qui se développe typiquement entre 3 et 5 ans

Théorie de l'esprit

- De manière concomitante, développement dans le monde réel d'habiletés liées à la théorie de l'esprit :
 - Le faire semblant (Taylor, 1990)
 - Mentir (Talwr & Lee, 2008)
 - Jouer à des jeux de cache-cache (Peskin & Ardino, 2003)
 - Garder des secrets (Peskin & Ardino, 2003)
 - Développer des relations avec ses pairs (Astonington & Jenkins, 1995)
 - Comprendre la culpabilité morale (Killen et al, 2001)

Théorie de l'esprit

- Liens chez les enfants d'âge préscolaire entre la maîtrise de la théorie de l'esprit et le développement des FE, associées au cortex préfrontal
- Meilleur prédicteur de la compréhension des « fausses croyances » : fonctionnement exécutif en situation de conflit cognitif (capacité à réprimer une impulsion quand une règle l'impose – par ex comme dans le jeu « Jacques a dit »)

Théorie de l'esprit

- => intérêt de soutenir le développement des capacités de fonctionnement exécutif en situation de conflit (possibilités d'entraînement, Diamond et al, 2007)

Est-il possible d'améliorer les FEs avec des interventions ?

- Domaine jeune (plupart des études après 2010)
- Il semble possible que oui
- Oui il semble que le cerveau peut changer en fonction des expériences
- Intérêt d'interventions en bas âge pour limiter les risques de troubles plus tard (rôle protecteur des FEs)
- Etudes sur les interventions à partir de 4-5 ans (mais peu répliquées)

Interventions

- Programmes scolaires axés sur les FEs

Interventions

- Certains types de programmes scolaires qui mettent l'accent sur le développement des FEs et l'autorégulation émotionnelle chez les élèves ont démontré des effets positifs
- Exemple : Tools of the Mind

Mais aussi Montessori ; Programme PATH : Promoting alternating thinking strategy

Interventions

- **Contenu :**
 - Axé sur un enseignement explicite des FEs et de l'auto-régulation émotionnelle
 - Ex : gestion de son temps personnel, résolution de problèmes par étape, attendre son tour, se mettre à la place des autres ...
- **Caractéristiques**
 - Émotions
 - Vie en groupe
 - Démonstrations par l'enseignant
 - Jeux de rôle
 - Tutorat par les pairs
 - Environnement peu stressant
 - Emphase sur le plaisir, l'estime de soi et la confiance en soi

Interventions

- Exemple : tools of mind
- Enfant encouragé à utiliser le langage intérieur
- Des rappels visuels sont utilisés pour développer le contrôle inhibiteur

La lecture au camarade

- « Buddy Reading »



Interventions

- Bénéfices sur le fonctionnement exécutif des élèves à plusieurs niveaux (inhibition, planification, organisation ...)
- Tools of the Mind : étude publiée dans Science, 2007 mais résultats non répliqués (Wilson & Farran, 2012)
- Élèves < 7 ans
- Pas de suivi à long terme après la participation au programme => impact à long terme ???
- Certaines FEs s'améliorent peu ; ex : délai de gratification

De manière générale

- Études sur les interventions montrent quelques résultats :
 - Les participants qui ont les FEs les plus faibles sont ceux à qui les interventions profitent le plus
 - Les pratiques répétées, imbriquées dans plusieurs activités de la vie quotidienne sont la clé de l'amélioration
 - Pour susciter des améliorations, il faut que les habiletés exécutives soient vraiment mises au défi pendant les activités

Autres types d'intervention : activités ciblées

- Certaines activités influencent les fonctions exécutives
- Bénéfice de certaines activités :
 - Pas le jogging
 - Yoga
 - Art martial
 - Danse
 -

Bilinguisme/Musique

- Le bilinguisme => meilleur fonctionnement exécutif
- Impact bénéfique du bilinguisme sur la flexibilité mentale
- Encourager l'apprentissage d'une langue seconde ou d'un instrument de musique

Gestion du stress

- Lien entre l'état émotionnel et les fonctions exécutives : le stress et l'humeur dépressive nuisent au bon fonctionnement exécutif
- Avantage d'une approche globale
 - Activités physiques régulières
 - Séances de relaxation à l'école pour apprendre à mieux gérer le stress (pleine conscience)

Préconisations générales

- Accorder de la place à l'apprentissage pratique, en petits groupes (éviter les apprentissages en grand groupe)
 - exemple : ateliers en classe
- + Mise en place de rituels (automatisation) ; apprentissage de l'organisation

- Il est important que l'enfant soit engagé (au cœur de ses apprentissages)
- Donner des responsabilités
- L'amener à organiser sa pensée et son langage

Préconisations générales

- Encourager les enfants aux jeux de simulation et aux jeux de rôles
- Changer les règles du jeu (l'enfant doit s'adapter aux fur et à mesure de l'évolution du jeu)
- Apprendre à l'enfant à réaliser une tâche simple avant de le récompenser
- Simplifier avec lui les problèmes complexes, lui apprendre à accomplir les tâches étape par étape
- Veiller à la motivation des enfants

Préconisations générales

- Eviter de tout anticiper
- Donner des choix à l'enfant : par exemple entre deux ateliers « si tu fais du découpage maintenant, tu feras les jeux de rimes ensuite »
- => gestion d'un conflit cognitif

Préconisations générales

- Mettre l'enfant en situation de résolution de problème et le guider
 - enfant doit être engagé lui-même dans la recherche de solution (intérêt, motivation)
 - besoin d'être guidé car il n'est pas encore capable de contrôler, inhiber, planifier
 - => le laisser chercher et l'aider dans la constitution d'étapes

Perspectives

- Importance des **habiletés métacognitives**
- 1971 : Flavell introduit le terme « métacognition » : « réfléchir sur comment on réfléchit »

Les stratégies métacognitives ont pour but d'améliorer les fonctions cognitives supérieures en prenant appui sur des stratégies de gestion et d'éducation cognitive

Participe au développement des capacités d'auto-régulation

Perspectives

- Classiquement les objectifs des techniques métacognitives sont :
 - aider l'enfant dans sa régulation des ressources exécutives
 - Aider au contrôle de l'impulsivité
 - Augmenter la résistance aux distracteurs
 - Augmenter la motivation (comportement pro-actif)
- Techniques classiques :
 - Utilisation du langage interne
 - Apprentissage des Stratégies de résolution de problèmes
 - Utilisation de métaphores

Perspectives

- Exemple : modèle Reflecto (Gagné et Longpré, 2004)
- Outils clinique permettant aux enfants un meilleure gestion des FEs
- Objectifs :
 - Enrichir le répertoire de compétences de l'enfant
 - Augmenter l'autonomie de l'enfant dans les apprentissages
 - Utilisation du langage interne et de métaphores

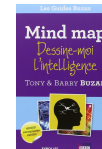
Réfecto

- **Reflecto** : personnalisation des fonctions cognitives
- **8 personnages illustrent pas une métaphore les processus mentaux mis en jeu dans les tâches cognitives**
 - **Le détective**
 - Trouver les détails
 - Poser des questions et s'auto-interroger
 - Identifier différences et similitudes
 - Observer attentivement
 - Distinguer ce qui est important et ce qui l'est moins
 - **Le bibliothécaire**
 - **L'architecte**
 - **L'arbitre**
 - **Le contrôleur**



- Quelques idées

- Utilisation de Mind Map (carte heuristique)
- = diagramme qui représente des liens sémantiques entre différentes idées ou des liens hiérarchiques entre différents concepts



Idées ...

- Travail de l'inhibition à travers des jeux demandant une réponse rapide (Tâches à conflits)
- Exemple : ni oui ni non



Pour les 3-5 ans

- **Jeux d'imagination**
 - jouer des rôles, échanger les rôles
 - Utilisation détournée d'objets (flexibilité mentale)
 - Élaborer un plan
 - L'enfant décide le personnage qu'il va être et ce qu'il va faire puis le dessin (inhibition)
 - Planifier en groupe (développe la résolution de conflit, le langage oral ...)
- **Raconter des histoires**
 - Raconter des histoires aux autres
 - les dessiner
 - Inventer une histoire en groupe où chacun complète (attention, mémoire de travail, auto-régulation)

Pour les 3-5 ans

- **Jeux en mouvement et en musique :**
 - Synchronisation des mouvements et des mots avec les sons (inhibition, mémoire de travail)
 - Mouvement complexe, équilibre (auto-régulation ; planification)
 - Contrôle attentionnel dans des activités de relaxation
 - Statues musicales (inhibition)
 - Chansons de geste (mémoire de travail, planification)

Pour les 3-5 ans

- **Jeux calmes**
 - Jeux de **classement** (flexibilité cognitive)
 - Commencer par une seule règle (par ex la couleur) puis changer la règle (forme par exemple)
 - Puzzles de complexité croissante
 - Faire des recettes de cuisine (mémoire de travail, inhibition, attention focalisée ...)
 - ...

- À partir de 5 ans :
- Jeux avec des règles

- À partir de 5 ans :
- Jeux avec des règles
- Mémoire de travail : jeu de « memory »
ou variantes plus complexes



- À partir de 5 ans :
- Jeux avec des règles
- Flexibilité mentale : jeux d'appariement comme le mistigri



- À partir de 5 ans :
- Jeux avec des règles
- Planification : jeux de cartes ou de plateaux qui permettent d'élaborer un plan en tête, de considérer des règles différentes en fonction de pièces et d'ajuster sa stratégie en fonction des autres joueurs



Activités physiques :

jeu des statues musicales (Inhibition), des chaises musicales, pratique sportive (mémoire, flexibilité, inhibition, stratégie), jeux de balles (régulation, respect de règles, prise rapide de décision)

Jeux d'ajout « dans ma valise j'ai mis ... » (mémoire de travail)

Jeux de rythmes (mémoire, inhibition, flexibilité)

Jeux de réflexion : résolution de problèmes, jeux des différences, devinettes

En résumé

- Les fonctions exécutives se développent pendant l'enfance et l'adolescence pour atteindre leur pleine maturité au début de l'âge adulte
- Impact à divers niveaux
- Utilité des stratégies de compensation, selon les forces et les besoins de l'élève en cas de déficit
- Plusieurs types d'interventions prometteuses

- Questions :
- Comment mesurer les FEs pendant l'enfance et tout au long de la vie ?
- Difficile de départager le rôle des facteurs génétiques et environnementaux
- Meilleures interventions ? (à court terme ? À long terme ?) Intensité ? Fréquence optimale ?
- Quel programmes adaptés en fonction de l'âge
- Interventions en fonction des types d'atteinte ?

- Quelques liens sources :
<https://developingchild.harvard.edu/resources/activities-guide-enhancing-and-practicing-executive-function-skills-with-children-from-infancy-to-adolescence/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=uoyTijKKzgd>
- Unicef, Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants, les fonctions exécutives, rapport de 2013