

Le rôle des fonctions exécutives dans le développement du langage oral : aspects théoriques et pratiques

Jean-Pierre WALCH *

* Neuropsychologue, Pôle DYS « Les Lavandes », Orpierre, France

Auteur de correspondance :
jean-pierre.walch@apajh04.fr

ISSN 2117-7155

Résumé :

Les fonctions exécutives (FE) sont des mécanismes de contrôle de haut niveau impliqués dans l'auto-régulation des actions et des comportements en réaction à des contraintes environnementales au sens large. Il est communément admis qu'elles se composent de trois processus fondamentaux à la fois distincts et interdépendants (le contrôle inhibiteur, la mise à jour en mémoire de travail et la flexibilité mentale). Les FE sont censées intervenir dans toute situation nécessitant un contrôle et ne peuvent se manifester en dehors de leur application à d'autres processus cognitifs. Dans ce cadre, de très nombreux travaux viennent actuellement étayer l'idée d'un rôle des FE dans le développement du langage oral. Cet article de synthèse vise à établir un état des lieux des connaissances touchant à l'existence et à la nature possible des liens entre les trois processus exécutifs fondamentaux (considérés séparément) et les capacités langagières réceptives de l'enfant. Par extension, une brève approche du domaine expressif est aussi proposée. L'analyse des données recueillies amène à envisager la possibilité d'un mode de fonctionnement où des systèmes langagiers sous-tendant des représentations spécifiques mobiliseraient des mécanismes généraux de contrôle exécutif pour accroître leurs capacités au cours du développement. Ce schéma conceptuel pourrait impliquer l'élaboration progressive de réseaux spécialisés complexes. Les retombées pratiques de ce type d'hypothèse, en particulier dans le domaine de la remédiation, sont abordées dans la conclusion de ce travail.

Mots clés : langage, compréhension, cognition, fonctions exécutives, développement

The role of executive functions in oral language development: Theoretical and practical aspects

Summary:

Executive functions (EFs) refer to high-level control mechanisms involved in the self-regulation of acts and behaviors in response to broader environmental constraints. It is widely agreed that they are composed of three distinct but interdependent basic processes (inhibitory control, updating in working memory, and mental flexibility). EFs are assumed to intervene in any situation requiring control and cannot manifest themselves apart from their application to other cognitive processes. In this context, a wealth of literature currently supports the view of a role of EFs in oral language development. This review aims to report the current state of knowledge concerning the existence and the possible nature of the links between the three basic executive processes (considered separately) and the child's receptive language skills. A brief approach of the field of expressive language is also proposed by extension. The analysis of the collected data leads to consider the possibility of an operating mode where language systems underlying specific representations would engage domain-general executive control processes to improve their abilities during development. This conceptual framework could involve the progressive development of specialized complex networks. The practice implications of this kind of hypothesis, particularly within the field of remediation, are addressed in the conclusion of this work.

Keywords: language, comprehension, cognition, executive functions, development

----- INTRODUCTION -----

Les fonctions exécutives (FE) sont décrites comme un ensemble d'habiletés cognitives impliquées dans la réalisation des comportements dirigés vers un but. Il s'agit de mécanismes de contrôle de haut niveau permettant une régulation intentionnelle des actions et des comportements, particulièrement lors de l'adaptation à des situations non routinières ou conflictuelles. Il est communément admis que les FE comportent un versant « cold » relevant des aspects cognitifs et un versant « hot » renvoyant plutôt à la dimension affective et motivationnelle (voir Peterson & Welsh, 2014, pour un point de vue développemental).

Les travaux utilisant l'analyse factorielle confirmatoire chez l'enfant (Wu et al., 2011) ainsi que la plupart des modèles développementaux récents (voir par exemple, Diamond, 2013) soutiennent la conception d'un fractionnement des FE en plusieurs processus fondamentaux, à la fois identifiables isolément et interdépendants. Il s'agit du contrôle inhibiteur, de la mise à jour en mémoire de travail et de la flexibilité mentale.

Le contrôle inhibiteur se définit comme la capacité à gérer les stimuli environnementaux et les représentations mentales par suppression volontaire de l'attention portée aux informations inadéquates ou conflictuelles par rapport à l'atteinte d'un but.

La mémoire de travail (MDT) permet de combiner, pour une utilisation immédiate, le maintien actif temporaire et la manipulation finalisée des informations perceptives (et/ou des différentes représentations) nécessaires à la réalisation d'une tâche. Les capacités de surveillance et de mise à jour de l'information, en permettant d'intégrer les données entrantes pertinentes et de supprimer celles qui sont superflues, autorisent une modification dynamique de son contenu. La flexibilité mentale renvoie à la possibilité, en réponse à des variations de contraintes exogènes ou endogènes, d'alterner rapidement entre différentes tâches ainsi que de changer intentionnellement de stratégie, de règle ou de point de vue en cours d'activité.

Les FE sont responsables de guider, diriger et ajuster les actions et les comportements relevant de l'adaptation aux demandes et aux contraintes de l'environnement au sens large (se référer notamment à Roy, 2015). Comme le souligne Chevalier (2010), il s'agit de mécanismes supposés intervenir dans toute situation nécessitant un contrôle et qui ne peuvent s'exprimer en dehors de leur application à d'autres processus cognitifs. Dans ce cadre, de très nombreux travaux appuient notamment la conception d'une contribution des FE au développement du langage oral. C'est sur l'approfondissement de cette thématique que portera le contenu de ce qui suit.

Dans cet article de synthèse, nous proposons d'établir un état des lieux des connaissances actuelles concernant les liens développementaux entre les processus exécutifs et les capacités langagières réceptives. Les aspects touchant au domaine expressif seront toutefois abordés, plus brièvement, dans la discussion du présent document.

----- MATÉRIEL/MÉTHODE -----

Notre recueil de données ne prétend pas à l'exhaustivité, il n'a pas été élaboré pour servir de base à une revue systématique, ni à une méta-analyse. La méthodologie qui le supporte est conçue pour tenter de répondre aux besoins d'un article de synthèse dont l'objectif est la mise au jour, à visée heuristique et pratique, des différentes tendances conceptuelles exprimées dans

la littérature relevant du domaine de recherche précité. Il s'agit seulement ici de proposer une vision étayée de l'existant et de permettre de débattre du sujet choisi.

Les études ont été sélectionnées selon leur correspondance avec différents critères. Elles devaient tout d'abord impérativement, par rapport au thème retenu, concerner une population d'enfants. Nous avons, encore, uniquement pris en compte les travaux qui investiguent séparément les processus exécutifs fondamentaux, cela pouvant s'avérer plus précis qu'une approche globale des FE (voir Kaushanskaya et al., 2017). Dans ce cadre, un intérêt particulier a été porté aux travaux dans lesquels les auteurs utilisent des statistiques multivariées permettant d'extraire des variables explicatives, voire prédictives, des phénomènes appréhendés. Nous avons, enfin, restreint le champ de nos investigations aux études réalisées chez des enfants monolingues au profil neurocognitif standard, c'est-à-dire au cadre d'un développement exécutif et langagier pouvant être considéré comme typique.

Le but de notre recherche de données était de dégager, pour chaque processus exécutif fondamental, les lignes conceptuelles actuellement relevables sur le sujet, sans a priori initiale. Dans un premier temps, nous avons ainsi pensé adéquat d'utiliser les fonctions avancées de « Google Scholar » pour le volume important et le caractère très large des références auxquelles ce moteur de recherche permet d'avoir accès. Les données ont été recentrées par ajustements progressifs des équations de recherche, utilisation (non exclusive) du tri par pertinence et vérification de la stricte adéquation des références au projet. Les références croisées avec « PubMed » (articles similaires et citations) ont alors été systématiquement utilisées en tant que source supplémentaire de données. Dans un deuxième temps, afin d'accroître la précision et le degré d'expertise de la recherche, les équations de recherche les plus pertinentes ont été réinjectées, après adaptation, dans les banques de données « PubMed » et « ScienceDirect » et les résultats recueillis recoupés avec les précédents.

Les références tirées des diverses sources précitées ont parfois été complétées par d'autres directement empruntées aux articles retenus (citées par les auteurs comme fondamentales ou contradictoires par rapport à leurs travaux).

Enfin, les références jugées adéquates ont été soumises à une lecture critique modulant leur importance par le croisement de plusieurs indices (originalité de la démarche conceptuelle, nombre de sujets inclus dans l'étude, nombre et qualité des tests neuropsychologiques utilisés, accès à des données longitudinales, prise en compte des différences inter-individuelles).

L'ensemble de la recherche de données a été réalisé sans restriction a priori de la période couverte. La dernière exploration a été effectuée à la fin du mois de décembre 2019.

1. FE et développement du langage oral réceptif

Dans ce qui suit, les études retenues selon la méthodologie présentée plus haut seront, pour chaque processus exécutif fondamental, décrites de façon détaillée et, dans la mesure du possible, soumises à comparaison dans une optique complémentaire ou critique. Les données présentées seront ultérieurement analysées selon leur apport théorique et discutées en fonction de leurs possibles retombées pratiques, notamment dans le domaine de la remédiation dont il sera question en toute fin de document.

Comme nous allons le voir ci-dessous, l'existence de liens entre les trois processus exécutifs fondamentaux (contrôle inhibiteur, mémoire de travail, flexibilité mentale) et les composantes

réceptives du langage oral est étayée par les résultats d'études portant sur une période s'étendant de la prime enfance à l'âge scolaire.

a. Contrôle inhibiteur

Pour rappel, ce processus exécutif est directement impliqué dans la gestion des informations inadéquates ou conflictuelles par rapport à l'atteinte d'un but ainsi que dans la capacité conjointe à réaliser un tri et une prise de recul organisationnels en réaction à des contraintes situationnelles.

Conboy et al. (2008) ont abordé le phénomène de l'ajustement de la perception des signaux de parole aux propriétés de la langue maternelle durant la première année de vie (voir Jusczyk et al., 2002). Les auteurs ont utilisé, chez 18 enfants anglais de 11 mois, un paradigme de discrimination de contrastes entre paires de syllabes (en jouant sur le délai d'établissement du voisement qui correspond soit à la langue anglaise, soit à la langue espagnole), les participants étant conditionnés à orienter leur tête dans une direction préalablement désignée lors de la perception d'un contraste. Les capacités de contrôle inhibiteur étaient parallèlement appréhendées au travers de tâches requérant l'accès à des conduites planifiées pour atteindre un but (attraper un jouet). Il s'agissait ici soit d'utiliser un objet intermédiaire (tirer sur un tissu ou une corde pour attraper le jouet), soit de mettre en jeu des techniques de détour (atteindre le jouet en passant par le seul côté ouvert d'une boîte le contenant). Les résultats montrent la présence d'une corrélation négative entre la capacité à discriminer des signaux de parole non canoniques et le niveau de contrôle inhibiteur. Les auteurs en concluent que ce dernier serait impliqué dans la capacité à ignorer les variations relevant d'informations acoustiques non canoniques et suggèrent ainsi l'existence de liens spécifiques entre les capacités de contrôle inhibiteur et l'ajustement progressif de la perception des signaux de parole aux propriétés de la langue maternelle.

Höhle et al. (2016) ont étudié, chez 34 enfants allemands de 4 ans, la compréhension orale de phrases comportant un adjectif paradigmatique, ici l'adjectif « seulement », en position pré-sujet (« *seulement/seul l'éléphant a un cerf-volant* », phrases PS) ou pré-objet (« *le canard a seulement un bateau* », phrases PO). La tâche consistait à juger de la concordance entre une phrase PS ou PO entendue et une scène visuelle incluant le personnage sujet de la phrase et trois autres personnages représentant des propositions alternatives. Des mesures oculométriques étaient effectuées lors de l'exploration de chaque scène visuelle. Les enfants avaient aussi réalisé un test de contrôle inhibiteur basé sur le paradigme de la Flanker task, requérant la gestion d'informations visuo-spatiales congruentes ou non congruentes. Il s'agit ici d'appuyer sur une touche correspondant à l'orientation droite ou gauche d'un poisson central parmi une ligne de poissons allant soit dans le sens de la cible, soit en sens inverse. Les données recueillies montrent que les participants interprètent plus difficilement les phrases PS que PO. Elles attestent encore de l'existence d'un lien spécifique entre la qualité de la performance individuelle en contrôle inhibiteur et le niveau de compréhension des phrases PS. Les analyses oculométriques montrent un accroissement significatif systématique du nombre de regards portés sur les autres personnages des scènes visuelles après présentation de phrases PS vs PO. Cela n'empêche pourtant pas la compréhension finale des phrases PS d'être le plus souvent erronée. Sur la base de leurs analyses oculométriques, les auteurs considèrent que les enfants traiteraient initialement ces dernières de façon adéquate, mais l'élément focalisé s'y trouvant dans une position syntaxique qui enfreint la représentation canonique (objet = focus), il en résulterait un conflit, réactivé par les scènes visuelles, dont la résolution nécessiterait de faire appel à un processus de contrôle inhibiteur. Ainsi, pour l'item « *seulement/seul l'éléphant a un*

cerf-volant », le jugement de concordance est basé non pas sur le fait d'avoir un cerf-volant (représentation canonique) mais sur celui que l'éléphant soit le seul à en avoir un (représentation non canonique). Or, les scènes visuelles où un autre animal que l'éléphant a lui aussi un cerf-volant ne sont que très rarement rejetées par les sujets à faible niveau de contrôle inhibiteur.

Höhle et al. assument l'idée que l'asymétrie des phrases PS vs PO impliquerait, au moins en partie, des processus autres que ceux relevant d'une immaturité des capacités pragmatiques gênant l'appréhension des alternatives (Paterson et al., 2006) ou encore d'une insuffisance développementale des habiletés syntaxiques empêchant d'appliquer pleinement le caractère restrictif de l'adverbe paradigmatissant (Notley et al., 2009). Ces deux points de vue ne peuvent, pour les auteurs, rendre compte de l'accroissement systématique du nombre de regards portés sur les personnages alternatifs après la présentation des phrases PS vs PO.

Concernant les sujets d'âge scolaire, Kaushanskaya et al. (2017) ont investigué les performances morphosyntaxiques réceptives de 71 enfants américains de 8 à 11 ans. À partir de techniques d'extraction des variables latentes, les auteurs indiquent que les capacités de contrôle inhibiteur évaluées en utilisant le paradigme « Go/No-Go » (appuyer sur une touche-réponse en présence d'un stimulus visuel donné et pas d'un autre) et la Flanker task constituent, parmi des mesures de mise à jour en MDT et de flexibilité mentale, le seul prédicteur valide de la performance exprimée dans des tâches auditives de compréhension de consignes syntaxiquement complexes et de jugement de grammaticalité. Pour Kaushanskaya et al., la force de ce lien prédictif est accrue par le fait qu'il s'exprime sur la base de résultats obtenus à la fois dans des tests exécutifs non langagiers (faisant appel à des processus généraux de contrôle) et au TOLD-I:4 (Hammill & Newcomer, 2008), un test standard de compréhension morphosyntaxique n'induisant pas la gestion d'un conflit (donc ne favorisant pas, a priori, l'intervention des FE).

Khanna & Boland (2010) se sont intéressés, chez 50 sujets américains de 7 à 10 ans, aux capacités de prise en compte du contexte lors du traitement d'ambiguïtés lexicales de type homophonie, à partir de deux expérimentations utilisant des tâches intermodales. Dans leur expérimentation 2, trois mots étaient présentés à chaque essai (un mot-amorce, un mot possédant plusieurs homophones et un mot-cible). Les enfants entendaient d'abord le mot-amorce, puis un des homophones d'un mot donné. Le mot-cible leur était alors présenté visuellement et ils devaient le lire aussi rapidement que possible. Les couples mots-amorces/homophones étaient en correspondance sémantique et pouvaient être congruents ou incongruents contextuellement par rapport au mot-cible. Les capacités de contrôle inhibiteur avaient été appréhendées au Go/No-Go. La moyenne des temps de réaction (TR) aux items « Go » (des TR élevés signant une forte mise en jeu d'un processus d'inhibition) s'avère être un prédicteur valide de l'ampleur de l'effet de facilitation contextuelle de la lecture d'un mot en condition de congruence amorce-homophone-cible vs en condition de non-congruence, sans effet de l'âge des sujets. Les auteurs soutiennent que lors de la réalisation de leur tâche, outre l'activation automatique des réseaux sémantiques porteurs du sens des homonymes, les enfants mettraient en jeu des processus exécutifs (donc contrôlés) permettant, notamment par le biais du contrôle inhibiteur, le rejet des significations non congruentes. Ce point de vue est appuyé par les résultats de l'expérimentation 1 où les mêmes enfants avaient réalisé une tâche similaire, mais portant sur la prise en compte du contexte phrastique. Les sujets d'âge moyen 7,5 ans vs ceux de 8,8 ans et 9,8 ans ne profitaient pas de l'effet de facilitation contextuelle de la lecture d'un mot lorsque l'amorce est une phrase congruente (alors qu'ils le pouvaient lorsqu'il s'agissait d'un mot). Pour les auteurs, la charge cognitive élevée de l'expérimentation 1 ne permettrait pas aux enfants les plus jeunes de consacrer suffisamment de ressources exécutives

à la résolution de l'ambiguïté lexicale alors que les sujets plus âgés, ayant des FE plus matures, le pourraient. La charge cognitive de l'expérimentation 2 étant moindre, même les enfants les plus jeunes disposeraient de ressources suffisantes pour profiter de l'effet d'amorçage contextuel.

Il ressort des données d'ensemble qui précèdent que le contrôle inhibiteur serait impliqué, de par son aptitude à gérer les informations inadéquates ou conflictuelles, dans le recentrage et l'ajustement progressifs des représentations canoniques (acoustiques, syntaxiques et grammaticales) attachées aux propriétés de la langue maternelle ainsi que dans la capacité corollaire à ignorer ou rejeter (si nécessaire) des représentations canoniques pour accéder au sens de structures non usuelles. Il aiderait encore à la validité de l'utilisation du contexte dans la résolution d'ambiguïtés lexicales et phrastiques en permettant d'exclure, par un tri organisationnel des données perçues, les alternatives inadéquates.

b. Mémoire de travail

Comme nous l'avons indiqué dans l'introduction du présent document, la mémoire de travail permet de combiner en temps réel, dans le cadre d'une utilisation immédiate, le maintien actif temporaire et la manipulation des informations perceptives et des représentations nécessaires à la réalisation d'une tâche. Ses composantes de surveillance et de mise à jour de l'information lui confèrent une capacité de modification dynamique de son contenu par la prise en compte adaptée des données entrantes.

L'étude précitée Khanna et Boland montre que le niveau de MDT auditivo-verbale d'enfants de 7 à 10 ans évalué par l'empan numérique inverse et aux « séquences lettres-chiffres » du WISC-IV (Weschler, 2005) constitue, de façon couplée au contrôle inhibiteur, un prédicteur valide des capacités d'utilisation du contexte dans la résolution d'ambiguïtés lexicales. D'après les auteurs, une MDT performante serait nécessaire au maintien de l'activation du contexte sémantique adéquat validé, parmi d'autres alternatives, par le contrôle inhibiteur.

Weighall et Altmann (2011), dans un travail portant sur 32 enfants anglais de 7 à 8 ans, ont étendu au niveau phrastique l'impact positif de la MDT auditivo-verbale dans la prise en compte du contexte lors de la compréhension orale de relatives dont la complexité est liée à leur degré d'enchâssement.

Toujours sur le plan phrastique, Engel de Abreu et al. (2011) ont investigué, chez 119 enfants luxembourgeois de 5 à 6 ans, les liens entre la MDT non-verbale et la compréhension syntaxique mesurée au TROG-2 (Bishop, 2003). Les capacités de la MDT étaient approchées dans une tâche d'empan complexe. Il s'agissait de compter et de mémoriser le nombre de cercles contenus dans des séries croissantes de figures comprenant des cercles et des triangles, puis de rappeler dans l'ordre, à la fin de chaque série, le nombre de cercles que contenait chaque figure. Les données recueillies mettent au jour la présence de liens spécifiques et robustes entre la taille de l'empan complexe et le niveau de compréhension syntaxique. Ces liens sont indépendants des capacités de la mémoire à court-terme (MCT) évaluées par des tâches d'empan numérique direct et de répétition de non-mots. Un impact de la MCT auditivo-verbale sur la compréhension est pourtant visible, mais des analyses complémentaires montrent que cela est dû à son rôle dans l'acquisition du vocabulaire, le lien MCT/syntaxe disparaissant quand le facteur vocabulaire est contrôlé.

Roberts et al. (2007) ont étudié, chez 46 enfants anglais de 5;9 à 7 ans, l'aptitude à construire des dépendances à distance à partir de phrases entendues. Il s'agissait de relatives objet du type « *John a vu le paon¹ à qui le petit pingouin a fait un joli cadeau d'anniversaire² dans le jardin ce week-end* » où « 1 » marque la position réalisée du complément déplacé et « 2 » sa position canonique. Lors de chaque écoute de phrase, les enfants se voyaient présenter deux images, une correspondant au complément déplacé (ici, un paon), l'autre sans rapport (une carotte...). Les images étaient présentées soit dans la position canonique du complément (après « *anniversaire* »), soit dans une position contrôle (entre « *le* » et « *petit* »). Les participants devaient décider le plus rapidement possible du caractère animé ou non des images présentées en appuyant sur une touche-réponse. Ils avaient aussi réalisé une tâche d'empan complexe de MDT auditivo-verbale consistant à porter un jugement sémantique d'exacitude sur 1 à 6 phrases entendues, suivi du rappel ordonné du dernier mot de chaque phrase. Les données recueillies montrent que les sujets à fort empan de MDT jugent plus rapidement du caractère animé ou non des images correspondant au complément déplacé lorsque celles-ci sont présentées au moment correspondant à sa position canonique vs dans la position contrôle. Cet effet d'amorçage n'est pas retrouvé chez les enfants à faible empan de MDT. Les auteurs en concluent que, lors du traitement en temps réel du type de phrases proposé, les enfants réactivent la trace du complément déplacé au moment du repérage de sa position canonique (voir Love, 2007) et que cette capacité est liée à leur niveau de MDT auditivo-verbale.

Les résultats de Roberts et al. (2007) ont été étayés et traités sous l'angle de la prédictivité par Finney et al. (2014) chez 44 enfants américains de 7 à 11 ans, à partir de relatives objet du type « *la chèvre que le cochon avait touchée près du buisson souriait* ». Les images des animaux correspondant aux deux groupes nominaux (GN) étaient présentées simultanément dans la position canonique du complément déplacé et les enfants devaient pointer le plus vite possible l'image lui correspondant. Ils avaient aussi réalisé une tâche d'empan de MDT auditivo-verbale (très proche de celle de Roberts et al.) ainsi que de comptage mental séparé de deux séries mélangées de sons graves ou aigus requérant d'alterner l'attention entre les deux comptages, tout en assurant leur mise à jour et leur maintien en mémoire. Les résultats indiquent l'existence d'un lien prédictif entre le niveau de performance des enfants dans ces deux tâches (chacune y contribuant de façon unique et équivalente) et leur capacité à construire des dépendances à distance. Pour les auteurs, l'empan de MDT auditivo-verbale serait impliqué dans la capacité à maintenir actifs en mémoire les deux GN de chaque item jusqu'à la rencontre du syntagme verbal enchâssé marquant la position canonique du GN1. La capacité d'alternance attentionnelle permettrait de se désengager des processus langagiers en cours pour s'engager dans les processus mnésiques de réactivation du GN1 dans sa position canonique.

Une étude récente permet, enfin, de resituer dans un contexte élargi et modulé l'importance de la MDT dans la construction de dépendances à distance. Montgomery et al. (2018) se sont intéressés, chez 117 sujets de 7 à 11 ans, au rôle de la MDT dans la compréhension structurelle de relatives objet non plausibles sémantiquement, du type « *la chaise que le pain avait éclaboussée sous le carré était neuve* ». Après avoir entendu chaque phrase, les participants devaient sélectionner l'agent de l'action en pointant l'image correspondante parmi trois propositions. Les auteurs ont investigué quatre processus cognitifs auxquels ils ont attribué le statut de variables latentes en lien avec la compréhension orale. Il s'agissait du raisonnement fluide (capacité à résoudre des problèmes nouveaux), du niveau des connaissances langagières (représentations phonologiques, morphologiques, lexicales et syntaxiques stockées en mémoire à long terme), des capacités d'alternance attentionnelle auditive (voir Finney et al., 2014) et de la MDT. Les capacités de la MDT avaient été évaluées à partir d'une tâche de rappel sériel ordonné de mots, puis de chiffres, initialement présentés en ordre aléatoire ainsi que de

l'épreuve de comptage mental séparé de deux séries de sons décrite plus haut. Dans l'explication des résultats, seul le modèle prédictif indirect utilisant la MDT comme médiateur par rapport à l'effet des autres variables latentes présente une validité statistique en tant que descripteur des capacités de compréhension phrastique orale. L'influence médiatrice de la MDT se cantonne au raisonnement fluide et aux représentations langagières. D'après Montgomery et al. (2018), les capacités de raisonnement fluide seraient impliquées dans la reconnaissance, lors de l'analyse d'une phrase entendue, de modèles conventionnels de regroupements de mots (chunks), cela faisant appel à des mécanismes de stockage et de traitement en temps réel de l'information relevant de la MDT. La médiation de la MDT sur les représentations langagières s'exprimerait en facilitant l'activation (à partir de connaissances stockées en mémoire à long terme) d'anciens « chunks », la création en temps réel de nouveaux et l'intégration de ces deux opérations pour aboutir à une compréhension adéquate.

Le rôle de la MDT auditivo-verbale semble s'étendre à la compréhension orale de phrases passives (voir Montgomery et al., 2008, pour un travail utilisant notamment ce type de structures, chez 55 enfants américains d'âge moyen 8,8 ans).

Si les données décrites plus haut peuvent apparaître assez homogènes, le rôle de la MDT dans la compréhension orale de relatives objet est, notamment, souvent questionné. Arosio et al. (2011) l'attribuent plutôt à la MCT, chez des enfants d'âge moyen 9,3 ans. Les auteurs utilisent toutefois une technique de présentation auditive segmentée, à un rythme choisi par le sujet, des phrases proposées pouvant diminuer le rôle de la MDT dans la réalisation de la tâche. Rusli et Montgomery (2017) l'attribuent aux connaissances langagières, tandis que Boyle et al. (2013) considèrent que c'est la variance partagée entre la capacité de répétition de phrases (évaluant le buffer épisodique) et la MDT qui serait, chez des sujets de 4 à 6,6 ans, un prédicteur significatif de cette compétence. Les résultats de ces deux dernières études pourraient cependant être interprétés de façon moins divergente à partir de la conception développée par Montgomery et al. (2018, voir plus haut). En effet, d'après ces auteurs, les connaissances langagières interviendraient bien dans la compréhension orale de relatives objet, mais de façon covariante et sous la médiation de la MDT. Concernant l'article de Boyle et al., si le buffer épisodique est un système de stockage temporaire d'informations, il sert d'interface entre la MDT et différentes représentations stockées en mémoire à long terme (Baddeley et al., 2010), dont celles relevant des connaissances langagières. L'idée d'une covariation, qui plus est impliquant la fonctionnalité d'une structure d'interface entre MDT et connaissances langagières, peut rejoindre en partie la conception de Montgomery et al.

Au total, la MDT semble jouer un rôle, certes compliqué et modulé, mais repérable dans l'accès à la compréhension syntaxique. Le rôle de la MDT (voire de sa composante de mise à jour de l'information) serait lié, de façon assez cohérente par rapport à la définition de ce processus, au maintien actif en mémoire des représentations nécessaires à la compréhension de phrases à la morphosyntaxe complexe impliquant notamment la construction de dépendances à longue distance. L'impact de la MDT sur le développement de la compréhension orale pourrait s'exprimer au travers de sa médiation en temps réel sur d'autres compétences cognitives.

c. Flexibilité mentale

Ainsi que nous l'avons initialement précisé, la flexibilité mentale relève de la capacité, en réponse à des variations de contraintes exogènes ou endogènes, à alterner intentionnellement entre différentes tâches et/ou à changer de stratégie, de règle ou de point de vue en cours d'activité.

Pomper et Saffran (2016) se sont intéressés, chez 56 enfants américains d'âge moyen 3,8 ans, aux capacités d'identification de mots à partir de leurs caractéristiques multidimensionnelles. Les participants se voyaient présenter deux images d'objets tout en entendant une phrase devant les amener à en pointer une. Ils devaient initialement baser leur choix sur une série de questions portant uniquement sur la dimension couleur des items (par exemple « *où est la (l'image) bleue ?* »), puis, sans transition, sur leur nom (« *où est la pomme ?* »). Un enregistrement des mouvements oculaires était effectué durant la réalisation de la tâche. Les capacités de flexibilité mentale avaient été évaluées au DCCS (Frye et al., 1995) qui requiert de trier des cartes-tests représentant un stimulus bidimensionnel (un lapin rouge ou un bateau bleu, par exemple) dans deux boîtes de cartes-cibles (celle du lapin bleu ou du bateau rouge) selon la couleur, puis la forme, les règles étant explicitement énoncées par l'adulte. Les données recueillies montrent que les sujets échouent globalement en situation d'alternance de règle au DCCS, ce qui atteste de l'immaturation de leur capacité de flexibilité mentale. Elles indiquent encore qu'en situation d'identification de mots, ce même groupe d'enfants obtient, après alternance dimensionnelle, un niveau de performance significativement inférieur à celui mesuré pour les réponses portant sur la dimension initiale (uniquement pour la 1^{ère} moitié des questions posées après l'alternance). Ces résultats sont étayés par l'analyse des mouvements oculaires, avec une moindre augmentation du nombre de fixations sur l'objet-cible en cours de série après alternance vs avant (un « rebond » se produisant encore pour la deuxième moitié des items). Les auteurs en concluent que les difficultés des enfants considérés à alterner entre différentes dimensions en situation de tri de cartes impactent leur niveau de compréhension orale dans une tâche requérant d'alterner entre différentes représentations dimensionnelles d'un objet pour l'identifier correctement.

Woodard et al. (2016) ont étudié, chez 40 enfants américains de 4 à 5,9 ans, la capacité à réviser l'interprétation de phrases comportant une ambiguïté syntaxique temporaire (phrases à effet « garden-path »), du type (ici peu adapté à une traduction) « *put the frog on the napkin onto the book* ». Dans cette phrase, « *on the napkin* » peut être initialement interprété comme le but de l'action (c'est-à-dire comme l'endroit où placer la grenouille), ce but devant être révisé quand l'enfant entend « *onto the book* ». Lors de l'écoute de la phrase, les enfants voyaient un présentoir de quatre cases comportant respectivement la cible (la grenouille sur la serviette de table), l'objectif correct de l'action (un livre sur lequel placer la grenouille), l'objectif incorrect de l'action (une serviette de table) et deux distracteurs (une grenouille ou un cochon, les deux sur une feuille de papier). Une caméra effectuait des mesures oculométriques lors de l'exploration de chaque scène visuelle par les enfants tandis qu'une autre filmait leurs actions concrètes. Une comparaison était effectuée entre des phrases comportant une ambiguïté syntaxique temporaire et des phrases similaires dans lesquelles l'ambiguïté est levée par la présence d'un pronom relatif (« *put the frog that's on the napkin onto the book* »). Les capacités exécutives des sujets avaient été approchées au travers d'une version de la Flanker task (voir le chapitre 1) comportant, en outre, une condition « No-Go » (ne pas répondre quand un poisson est présenté au centre d'une ligne d'aquariums). Il s'avère que le coût d'adaptation des enfants aux changements de conditions de la Flanker/No-Go task (qui mesure leur niveau de flexibilité mentale) constitue un prédicteur valide de leur aptitude à réviser l'interprétation de phrases à effet « garden-path ». Ce coût est, de plus, prédictif (bien que de façon marginale) du nombre de regards adressés à l'objectif correct de l'action lors de la présentation des phrases précitées.

Minai et al. (2012) se sont, pour leur part, intéressés aux causes possibles du phénomène d'extension de la quantification opérée par un quantificateur universel (« quantifier spreading ») chez 29 sujets japonais de 4 à 5 ans. Il est, en effet, établi que les jeunes enfants

peinent à restreindre l'interprétation d'un quantificateur universel au groupe nominal qu'il introduit (voir Brooks & Parshina, 2019, pour une revue). Les auteurs ont proposé aux participants une tâche de jugement d'adéquation entre une phrase entendue, quantifiée avec « chaque » (par exemple : « *chaque tortue porte un parapluie* ») et une image représentant trois tortues portant chacune un parapluie mais, aussi, soit trois parapluies supplémentaires (condition contrôle), soit un seul (condition expérimentale), les objets supplémentaires constituant des distracteurs. La condition expérimentale est censée favoriser l'extension de la quantification opérée par « chaque » car il s'agit d'une situation de correspondance terme à terme partielle en présence d'un seul distracteur (considéré comme possédant une saillance visuelle supérieure à celle d'un triplet). Des mesures oculométriques étaient effectuées lors de l'exploration de chaque scène visuelle. Les enfants avaient encore réalisé une épreuve de flexibilité mentale (le DCCS décrit plus haut). Or, les sujets présentant des difficultés à effectuer un changement de règle au DCCS sont aussi ceux qui commettent le plus d'erreurs d'extension de quantification et le plus de fixations oculaires sur l'objet supplémentaire dans la condition expérimentale. Minai et al. en concluent qu'une difficulté à désengager l'attention de distracteurs visuels saillants constitue un facteur important dans le déclenchement d'erreurs de « quantifier spreading ».

Dans un développement critique de l'étude précédente (utilisant le même quantificateur universel chez 31 enfants russes de 5 à 6 ans), Sekerina et Sauermann (2017) attribuent, sur la base d'une analyse oculométrique en temps réel, la survenue du phénomène d'extension de la quantification à une surcharge cognitive liée à la gestion de la situation d'interférence se produisant quand la scène visuelle contient des objets supplémentaires mentionnés dans la phrase vs quand ces objets n'y sont pas mentionnés et constituent de « simples » distracteurs. Pour la phrase « *chaque alligator est (étendu) dans une baignoire* », les enfants commettent plus d'erreurs de « quantifier spreading » dans la situation où sont présentés trois alligators (chacun dans une baignoire) et deux baignoires vides (condition expérimentale) vs deux éléphants (condition contrôle). Grâce à la précision de leur analyse oculométrique, les auteures montrent que dans la condition expérimentale, les enfants anticipent le fait que les baignoires vont être mentionnées et commencent à regarder ces objets supplémentaires plus tôt que lorsqu'il s'agit d'éléphants. Elles en concluent que ce n'est pas l'augmentation du nombre de regards portés sur les objets supplémentaires (qui se produit aussi, mais plus tardivement, dans la condition contrôle) qui serait ici la cause des erreurs de « quantifier spreading », mais plutôt une difficulté à se désengager d'un phénomène d'interférence.

Il ressort des données recueillies que le processus de flexibilité mentale interviendrait dans la souplesse d'accès à la prise de sens relevant de la compréhension orale, en permettant la mise en jeu alternée d'une diversité de points de vue sur le plan lexical (possibilité d'accès multidimensionnel à une donnée) et syntaxique/phrastique (capacité à réviser une interprétation initiale en cas d'ambiguïté temporaire). Il contribuerait encore au développement de la validité de l'interprétation des quantificateurs universels, lors de jugements en temps réel de la correspondance entre une phrase entendue et une scène visuelle, en autorisant un désengagement de l'impact négatif de distracteurs ou d'éléments interférents d'ordre visuel sur la compréhension orale des phrases quantifiées.

----- DISCUSSION -----

Dans ce qui précède, nous avons cherché à recentrer de façon thématique les données de la littérature récente concernant les liens développementaux entre les FE et les capacités langagières réceptives. Avant d'aborder l'apport conceptuel des données de notre corpus, il

convient de signaler que différents travaux modulent, d'un point de vue général, l'idée d'un impact des FE sur le langage oral.

Les résultats d'une étude longitudinale portant sur 243 enfants testés à trois reprises à un an d'intervalle, entre 4-5 ans et 6-7 ans, sur le plan du langage oral réceptif et expressif ainsi que des FE (Gooch et al., 2016) remettent en question la notion même de l'existence de liens développementaux (quelle que soit leur direction) entre ces deux domaines. Ils ne recourent qu'au mieux marginalement la conception d'un rôle prédictif des FE dans le développement langagier. Ce type d'effet est pourtant le seul mis au jour, mais il ne fait qu'approcher de la significativité et s'exprime uniquement entre les FE à 5,6 ans et les capacités langagières à 6,6 ans.

D'autres données suggèrent que l'impact des FE sur le langage oral serait plus marqué chez les enfants de niveau langagier subnormal que chez ceux possédant de hautes compétences dans ce domaine. C'est ainsi qu'une étude de Gangopadhyay et al. (2016) montre, chez des sujets d'âge moyen 9,3 ans, un rôle avéré de la MDT non verbale dans les capacités morphosyntaxiques réceptives chez des sujets bilingues, mais pas chez des monolingues.

Une vision particulière des liens entre FE et langage oral est développée par Gangopadhyay et al. (2019). Dans une étude longitudinale, ces auteurs ont proposé par deux fois, à un an d'intervalle, une tâche de décision lexicale et deux tâches de contrôle inhibiteur non verbal à des enfants de 9,4 ans. Aux deux temps de l'évaluation (T1 et T2), le contrôle inhibiteur est significativement associé à la performance de décision lexicale (ce qui souligne encore son rôle dans l'ajustement des représentations canoniques : voir le chapitre 1). Par contre, la performance de décision lexicale en T1 s'avère prédictive du niveau de contrôle inhibiteur en T2 alors que la réciproque n'est pas vraie. Cela amène à penser que le contrôle inhibiteur pourrait jouer un rôle dans l'acquisition de connaissances lexicales et que l'utilisation, dans le temps, de ces connaissances le renforcerait en retour.

Le point de vue précité fait écho à un versant de la littérature qui suggère l'existence d'une médiation facilitante du langage oral sur les performances exécutives, ce qui évoque conjointement la possibilité de relations réciproques entre ces deux domaines. Il est, par exemple, très concevable que le langage oral (en particulier le langage intérieur) exerce une influence sur la planification complexe (voir Larson et al., 2019), considérée comme une macro-fonction exécutive (Diamond, 2013) affectée à la combinaison des capacités des trois processus exécutifs fondamentaux lors de la conduite d'une tâche. Les études montrant une influence très précoce des FE sur certaines acquisitions langagières (se référer à Conboy et al., 2008, chapitre 1) laissent toutefois à penser que la médiation du langage oral sur les processus exécutifs fondamentaux pourrait s'inscrire dans une trajectoire développementale.

Ce qui précède étant pris en compte, la vision conceptuelle de nos données requiert d'insister sur différents points techniques.

La plupart des résultats décrits dans notre corpus ont été obtenus en utilisant des tests exécutifs non verbaux. Cela est systématique pour le contrôle inhibiteur et la flexibilité mentale et semble plus rare pour la MDT, malgré les travaux de Engel de Abreu et al. (2011) et Gangopadhyay et al. (2016). L'usage de tests exécutifs non verbaux accroît la valeur heuristique du lien prédictif mis au jour entre les résultats obtenus dans ces tests et la compréhension orale (Kaushanskaya et al., 2017) en écartant la possibilité d'une explication de ce lien par le seul fait que les mesures de MDT verbale constituent des tests langagiers (voir Kidd, 2013, pour une présentation de ce

type de théorie). Cela renforce l'hypothèse de l'existence de relations développementales fonctionnelles entre des processus cognitifs généraux (utilisés en tant que tels) et des systèmes spécifiquement dédiés au langage oral.

Les études investiguant séparément les capacités des processus exécutifs fondamentaux leur attribuent des rôles différenciés, cohérents par rapport à leur définition première, dans la compréhension orale. Cette différenciation demeure même quand l'idée de la coordination fonctionnelle de ces processus est évoquée, en concordance avec la notion de leur interdépendance (Diamond, 2013). Dans notre corpus, cela concerne notamment l'action combinée supposée du contrôle inhibiteur et de la MDT dans la résolution contextuelle d'ambiguïtés lexicales (Khanna & Boland, 2010) ou encore celle de la MDT et de la flexibilité attentionnelle dans la compréhension orale de relatives objet (Roberts et al., 2007).

L'impact des FE sur le langage oral semble pouvoir être étendu au versant expressif. Il est ainsi attribué un rôle prédictif au contrôle inhibiteur dans la génération de formes grammaticales particulières (voir Ibbotson & Kearvell-White, 2015, pour le passé des verbes irréguliers en anglais) et dans la qualité de la fluence linguistique en situation narrative (Engelhardt et al., 2013). Un rôle prédictif est encore attribué à la MDT dans l'ajustement en temps réel des productions phonologiques au modèle adulte (Torrington Eaton & Bernstein Ratner, 2016) et dans l'accès à la complexité morphosyntaxique expressive (Delage & Frauenfelder, 2019), cela incluant la production de pronoms clitiques objet (Mateu, 2014). Cette extension du rôle des FE au développement des aspects productifs du langage renvoie à l'existence reconnue de rapports étroits entre la compréhension et l'expression langagières (voir par exemple, Nozari, 2018).

Enfin, la notion de complexité syntaxique occupe une place centrale dans notre corpus, l'accès progressif à cette dernière constituant un enjeu manifeste des liens développementaux entre les FE et le langage oral. Les données recueillies mettent l'accent sur l'importance, dans l'expression de ces liens, du nombre d'opérations syntaxiques nécessaires à l'analyse d'un énoncé, leur traitement générant une charge cognitive impliquant les FE. En rapport avec la notion de computation syntaxique développée par Jakubowicz (2011), ces opérations concernent les structures impliquant des mouvements syntaxiques (relatives objet, passives, pronoms clitiques objet...) ainsi que celles incluant différents degrés d'enchâssement.

----- CONCLUSION -----

Cet article de synthèse étaye l'hypothèse de l'existence de liens développementaux entre les composantes fondamentales des FE et différents aspects du langage oral réceptif, avec une extension possible au domaine expressif.

Malgré la complexité affirmée de cet axe de recherche et la présence de données divergentes (parfois liées à des disparités méthodologiques inter-études) ou sources de modulations conceptuelles, l'existence des liens précités peut difficilement être niée, même si leur nature demeure largement à préciser. L'analyse de notre corpus met en avant le rôle, parfois décrit comme prédictif, de processus généraux de contrôle exécutif dans le développement de systèmes spécifiquement dédiés au langage oral. Cela n'exclut pas, pour autant, la possibilité d'une dynamique réciproque entre ces deux domaines, peut-être selon une trajectoire temporelle élaborée. Ce recouvrement cognitif partiel est étayé par des données d'imagerie fonctionnelle montrant, dans le système mature, une activation conjointe (voire une co-localisation

anatomique) de réseaux cérébraux impliqués dans les FE et dans l'élaboration du langage oral (voir par exemple, Fedorenko et al., 2012 ; Hsu et al., 2017 ; January et al., 2009).

Les systèmes dédiés au langage oral pourraient, ici au cours du développement de l'enfant, faire appel aux FE dans certaines situations (notamment en cas de gestion de conflit). Des mécanismes de contrôle opéreraient ainsi sur des représentations langagières selon un mode de fonctionnement où les représentations sont spécifiques à un domaine et les mécanismes de contrôle sont généraux. Ce schéma pourrait être à la base de la création de réseaux spécialisés dans différents domaines langagiers (voir Nozari, 2018).

Notre examen thématique de la littérature portant sur les liens entre FE et développement du langage oral n'est pas exhaustif et comporte probablement la part de subjectivité inhérente à toute entreprise de ce genre. Si les concepts qui en sont tirés comprennent toutefois une part de validité, ils revêtent une grande importance théorico-clinique.

À l'issue du présent travail, il est permis de penser que les données qui précèdent devraient être prises en compte dans la façon d'évaluer les enfants (qui gagnerait à inclure systématiquement des mesures langagières et exécutives). Conjointement à l'émergence de résultats ciblant l'existence, dans le trouble développemental du langage (TDL), de liens spécifiques/prédictifs entre les FE et les compétences langagières (voir Montgomery & Evans, 2009 ; Delage & Frauenfelder, 2019, respectivement pour une description du rôle et du caractère prédictif de la MDT), ces données pourraient encore impacter la façon de penser la remédiation. Elles suggèrent, en effet, qu'un des moyens d'agir face à un TDL avéré serait de tenter de renforcer les FE, avec pour attente que leur amélioration se répercute positivement sur les habiletés langagières (voir Holmes et al., 2015). Dans ce cadre, des résultats préliminaires encourageants ont été obtenus en morphosyntaxe, chez des enfants de 6 à 12 ans avec TDL, à partir d'un programme d'entraînement basé sur des tâches de MDT spécifiques et théoriquement recentrées (Zmirou, 2018).

Un autre axe de remédiation à envisager serait de proposer des exercices engageant les composantes fondamentales des FE directement dans le contexte de l'activité langagière ciblée. L'idée serait d'activer les réseaux concernés (les éventuels « couples FE/langage ») en situation écologique, en « contrôlant » la façon dont le traitement des représentations langagières fait appel aux FE, tout en favorisant cet appel. L'analyse de notre corpus de données fait notamment émerger l'idée d'un rôle des composantes fondamentales des FE dans l'appréhension progressive de la morphosyntaxe réceptive et expressive complexe. Il serait dès lors concevable, chez des enfants présentant un TDL avec atteinte de la syntaxe, de viser à un travail couplé, théoriquement guidé, entre la réalisation d'une tâche requérant la mise en jeu d'une habileté morphosyntaxique documentée et les composantes fondamentales des FE repérées dans la littérature comme préférentiellement impliquées dans cette habileté. À titre de simple illustration partielle, il pourrait s'agir d'exercer en temps réel, au niveau phrastique, le « couple » supposé contrôle inhibiteur/gestion de l'ordre canonique en proposant des tâches avérées de contrôle inhibiteur portant directement (en réception et en production) sur cette caractéristique langagière. Ce type d'approche (en cours d'élaboration dans notre institution sur la base d'une collaboration entre orthophonistes et neuropsychologues) pose toutefois de très nombreux problèmes techniques, un des plus marqués concernant l'ajustement de la complexité des tâches de façon à éviter la survenue de phénomènes contre-productifs de surcharge cognitive.

Le cadre conceptuel évoqué dans le présent document ouvre la voie à de multiples réflexions théorico-pratiques qui invitent à un abord interdisciplinaire du domaine du développement

langagier dont les connaissances actuelles renforcent, avec toute la prudence nécessaire à ce niveau, l'idée qu'il implique la pérennisation de liens étroits et spécifiques entre différentes compétences cognitives.

----- BIBLIOGRAPHIE -----

Arosio, F., Guasti, M. T. et Stucchi, N. (2011). Disambiguating information and memory resources in children's processing of Italian relative clauses. *Journal of Psycholinguistic Research*, 40(2), 137-154. <https://doi.org/10.1007/s10936-010-9160-0>

Baddeley, A., Allen, R. J. et Hitch, G. J. (2010). Investigating the episodic buffer. *Psychologica Belgica*, 50(3-4), 223-243. <https://doi.org/10.5334/pb-50-3-4-223>

Bishop, D. (2003). *Test for Reception of Grammar-Version 2 (TROG-2)*. Psychological Corporation.

Boyle, W., Lindell, A. K. et Kidd, E. (2013). Investigating the role of verbal working memory in young children's sentence comprehension. *Language Learning*, 63(2), 211-242. <https://doi.org/10.1111/lang.12003>

Brooks, P. J. et Parshina, O. (2019). Quantifier spreading. Dans C. Cummins et N. Katsos (dir.), *The Oxford Handbook of Experimental Semantics and Pragmatics* (p. 246-262). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198791768.013.5>

Chevalier, N. (2010). Les fonctions exécutives chez l'enfant : concepts et développements. *Canadian Psychology*, 51(3), 149-163. <https://doi.org/10.1037/a0020031>

Conboy, B. T., Sommerville, J. A. et Kuhl, P. K. (2008). Cognitive control factors in speech perception at 11 months. *Developmental Psychology*, 44(5), 1505-1512. <https://doi.org/10.1037/a0012975>

Delage, H. et Frauenfelder, U. H. (2019). Syntax and working memory in typically-developing children. Focus on syntactic complexity. *Language, Interaction and Acquisition*, 10(2), 141-176. <https://doi.org/10.1075/lia.18013.del>

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Engel de Abreu, P. M. J., Gathercole, S. E. et Martin, R. (2011). Disentangling the relationship between working memory and language: The roles of short-term storage and cognitive control. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 569-574. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.06.002>

Engelhardt, P. E., Nigg, J. T. et Ferreira, F. (2013). Is the fluency of language outputs related to individual differences in intelligence and executive function? *Acta Psychologica*, 144(2), 424-432. <https://doi.org/10.1016/actpsy.2013.08.002>

Fedorenko, E., Duncan, J. et Kanwisher, N. (2012). Language-selective and domain-general regions lie side by side within Broca's area. *Current Biology*, 22(21), 2059-2062. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.011> accès libre

Finney, M. C., Montgomery, J. W., Gillam, R. B. et Evans, J. L. (2014). Role of working memory storage and attention focus switching in children's comprehension of spoken object relative sentences. *Child Development Research*, 2014, ID 450734.

<https://doi.org/10.1155/2014/450734> accès libre

Frye, D., Zelazo, P. D. et Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, 10(4), 483-527. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(95\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(95)90024-1)

Gangopadhyay, I., Weismer, S. E. et Kaushanskaya, M. (2019). Domain general inhibition and lexical processing in monolingual and bilingual children: A longitudinal approach. *Cognitive Development*, 49, 68-80. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.11.008>

Gangopadhyay, I., Davidson, M. M., Weismer, S. E. et Kaushanskaya, M. (2016). The role of non-verbal working memory in morphosyntactic processing by school-aged monolingual and bilingual children. *Journal of Child Experimental Psychology*, 142, 171-194. <https://doi.org/10.1016/j.ecp.2015.09.025>

Gooch, D., Thompson, P., Nash, H. M., Snowling, M. J. et Hulme, C. (2016). The development of executive function and language skills in the early school years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(2), 180-187. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12458> accès libre

Hammill, D. D. et Newcomer, P. L. (2008). *TOLD-I:4. Test of Language Development–Intermediate* (4^e éd.). Pro-Ed.

Höhle, B., Fritzsche, T. et Müller, A. (2016). Children's comprehension of sentences with focus particles and the role of cognitive control: An eye tracking study with german-learning 4-year-olds. *PLoS ONE* 11(3), e0149870. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149870> accès libre

Holmes, J., Butterfield, S., Cormack, F., van Loenhoud, A., Ruggero, L., Kashikar, L. et Gathercole, S. (2015). Improving working memory in children with low language abilities. *Frontiers in Psychology*, 6, 519. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00519> accès libre

Hsu, N. S., Jaeggi, S. M. et Novick, J. M. (2017). A common neural hub resolves syntactic and non-syntactic conflict through cooperation with task-specific networks. *Brain and Language*, 166, 63-77. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2016.12.006> [PMC5293615](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25293615/) accès libre

Ibbotson, P. et Kearvell-White, J. (2015). Inhibitory control predicts grammatical ability. *PLoS ONE* 10(12), e0145030. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145030> accès libre

Jakubowicz, C. (2011). Measuring derivational complexity: New evidence from typically developing and SLI learners of L1 French. *Lingua*, 121(3), 339-351. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2010.10.006>

January, D., Trueswell, D. C. et Thompson-Schill, S. L. (2009). Co-localization of Stroop and syntactic ambiguity resolution in Broca's area. Implications for the neural basis of sentence processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(12), 2434-2444. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.21179>

Jusczyk, P. W. (2002). How infants adapt speech-processing capacities to native language structure. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 15-18. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00159>

Kaushanskaya, M., Park, J. S., Gangopadhyay, I., Davidson, M. M. et Weismer, S. E. (2017). The relationship between executive functions and language abilities in children: A latent variables approach. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, (60)4, 912-923. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0310

Khanna, M. M. et Boland, J. E. (2010). Children's use of language context in lexical ambiguity resolution. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(1), 160-193. <https://doi.org/10.1080/17470210902866664>

Kidd, E. (2013). The role of verbal working memory in children's sentence comprehension: A critical review. *Topics in Language Disorders*, 33(3), 208-223. <https://doi.org/10.1097/TLD.0b013e31829d623e>

Larson, C., Gangopadhyay, I., Kaushanskaya, M. et Weismer, S. E. (2019). The relationship between language and planning in children with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(8), 2772-2784. https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-L-18-0367

Love, E. T. (2007). The processing of non-canonically ordered constituents in long distance dependencies by pre-school children: A real-time investigation. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 191-206. <https://doi.org/10.1007/s10936-006-9040-9>

Mateu, V. E. (2014). Clitic omission in Spanish-speaking children: Evaluating the roles of competence and performance. Dans W. Orman et M. J. Valteau (dir.), *Proceedings of the 38th Boston University Conference on Language Development [BUCLD 38]* (vol.2, p. 306-318). Cascadilla Press.

Minai, U., Jincho, N., Yamane, N. et Mazuka, R. (2012). What hinders child semantic computation: children's universal quantification and the development of cognitive control. *Journal of Child Language*, 39(5), 919-956. <https://doi.org/10.1017/S0305000911000316>

Montgomery, J. W. et Evans, J. L. (2009). Complex sentence comprehension and working memory in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(2), 269-288. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/07-0116\)PMC4684953](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0116)PMC4684953) accès libre

Montgomery, J. W., Magimairaj, B. M. et O'Malley, M. H. (2008). Role of working memory in typically developing children's complex sentence comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 37(5), 331-354. <https://doi.org/10.1007/s10936-008-9077-z>

Montgomery, J. W., Evans, J. L., Fargo, J. D., Schwartz, S. et Gillam, R. B. (2018). Structural relationship between cognitive processing and syntactic sentence comprehension in children with and without developmental language disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(12), 2950-2976. https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-L-17-0421

- Notley, A., Zhou, P., Crain, S. et Thornton, R. (2009). Children's interpretation of focus expressions in English and Mandarin. *Language Acquisition*, 16(4), 240–282. <https://doi.org/10.1080/10489220903266669>
- Nozari, N. (2018). How special is language production? Perspectives for monitoring and control. *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*, 68, 179-213. <https://doi.org/10.1016/bs.plm.2018.08.006>
- Paterson, K. B., Liversedge, S. P., White, D., Filik, R. et Jaz, K. (2006). Children's interpretation of ambiguous focus in sentences with "only". *Language Acquisition*, 13(3), 253-284. https://doi.org/10.1207/s15327817la1303_4
- Peterson, E. et Welsh, M. C. (2014). The development of hot and cool executive functions in childhood and adolescence: Are we getting warmer ? Dans S. Goldstein et J. A. Naglieri (dir.), *Handbook of executive functioning* (p. 45-65). Springer.
- Pomper, R. et Saffran, J. R. (2016). Roses are red, socks are blue: Switching dimensions disrupts young children's language comprehension. *PLOS One*, 11(6), e0158459. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158459> accès libre
- Roberts, L., Marinis, T., Felser, C. et Clahsen, H. (2007). Antecedent priming at trace positions in children's sentence processing. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 175–188. <https://doi.org/10.1007/s10936-006-9038-3>
- Roy, A. (2015). Les fonctions exécutives chez l'enfant : des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire. *Développements*, 7(18-19), 13-40. https://www.resodys.org/IMG/pdf/chapitre_a_roy.pdf
- Rusli, Y. A. et Montgomery, J. W. (2017). Children's comprehension of object-relative sentences: It's extant language knowledge that matters, not domain-general working memory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(10), 2865-2878. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0422
- Sekerina, I. A. et Sauermaun, A. (2017). Quantifier spreading in child eye movements: A case of the Russian quantifier *kazhdyj* 'every'. *Glossa: A Journal of General Linguistics*, 2(1), 66. <http://doi.org/10.5334/gjgl.109>
- Torrington Eaton, C. et Bernstein Ratner N. (2016). An exploration of the role of executive functions in preschoolers' phonological development. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(9), 679-695. <https://doi.org/10.1080/02699206.2016/1179344>
- Weighall, A.R. et Altmann, G. T. M. (2011). The role of working memory and contextual constraints in children's processing of relative clauses. *Journal of Child Language*, 38(3), 579-605. <https://doi.org/10.1017/S0305000910000267>
- Weschler, D. (2005). *WISC-IV. Échelle d'intelligence de Weschler pour enfants et adolescents* (4^e éd.). ECPA.

Woodard, K., Pozzan, L. et Trueswell, J. C. (2016). Taking your own path: Individual differences in executive function and language processing skills in child learners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 187–209. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.08.005>

Wu, K. K., Chan S. K., Leung, P. W. L., Liu W.-S, Leung, F. L. T. et Ng, R. (2011). Components and developmental differences of executive functioning for school-aged children. *Developmental Neuropsychology*, 36(3), 319-337. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549979>

Zmirou, M. (2018). *Effet d'un entraînement de la mémoire de travail sur la syntaxe complexe chez des enfants de 6 à 12 ans avec ou sans difficulté langagière* [Mémoire de Maîtrise en Logopédie de l'Université de Genève]. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:108723>