

Je soussignée Aurore ANON déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature :

Je soussignée Aliette BREESE déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature :

Title : Effect of a syntactic training on ASD and DLD children's theory of mind.

Titre : Effet d'un entraînement syntaxique sur la théorie de l'esprit d'enfants TSA et TDL.

Mots-clé :

Théorie de l'esprit ; Trouble du Spectre de l'Autisme ; Trouble Développemental du Langage ; entraînement ; subordonnées complétives.

Keywords :

Theory of mind ; Autism Spectrum Disorder ; Developmental Language Disorder ; training ; complement sentences.

Résumé :

La théorie de l'esprit permet d'attribuer des états mentaux. Cette compétence sociale peut être déficitaire chez les enfants avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) ou avec un Trouble Développemental du Langage (TDL). Elle se développe simultanément au langage. Les propositions subordonnées complétives sont utilisées comme outil pour conceptualiser les croyances et permettent d'envisager un entraînement syntaxique. Cette étude évalue l'effet d'un entraînement syntaxique cible sur la théorie de l'esprit, par comparaison avec un entraînement lexical contrôle. L'étude porte sur 30 enfants : 14 enfants avec un Développement Typique (DT) de 3 ans 10 à 5 ans 4, 8 enfants

avec un TSA de 6 ans 1 à 11 ans 6 et 8 enfants avec un TDL de 6 ans 1 à 8 ans 9. Chaque population est répartie équitablement entre les entraînements. L'entraînement lexical est composé d'applications développant le vocabulaire. L'entraînement syntaxique DIRE (Différencier Idée et Réalité par Exercices) comprend cinq activités faisant intervenir des propositions subordonnées complétives. Le niveau en syntaxe, en lexique et en théorie de l'esprit est évalué avant et après l'entraînement pour suivre l'évolution des performances de chaque enfant. L'entraînement lexical ne montre aucun effet sur les compétences en théorie de l'esprit. À l'inverse, l'entraînement syntaxique permet une évolution positive des compétences syntaxiques et de la théorie de l'esprit chez les enfants avec un DT ou avec un TDL. Les bénéfices sont similaires entre ces deux populations. Chez les enfants avec un TSA, aucun effet de l'entraînement syntaxique n'est démontré pour l'échantillon étudié.

#### Abstract :

Theory of mind involves attributing mental states. This social skill is often affected in children with Autism Spectrum Disorder (ASD) or in children with Developmental Language Disorder (DLD). Its development is simultaneous with language. Complement sentences serve as a tool for conceptualizing beliefs and are thus potentially interesting as the focus of a syntactic training. This study examines the effect of a syntactic training on theory of mind compared to the effects of a lexical training, serving as a control. 30 children participated : 14 children with Typical Development (TD) from 3 years 10 to 5 years 4, 8 children with ASD from 6 years 1 to 11 years 6 and 8 children with DLD from 6 years 1 to 8 years 9. Each population is equally divided between each training. The lexical training contains various applications developing vocabulary. The syntactic training DIRE (Différencier Idée et Réalité par Exercices) developed specifically for the study contains five activities to teach complement sentences. An assessment of syntactic skills, lexical skills and theory of mind is performed before and after the training to follow each child's performance. The lexical training shows no effect on theory of mind skills. In contrast, the syntactic training reveals a positive evolution of both syntactic skills and theory of mind scores in children with TD or with DLD. These benefits are similar for each of these two populations. No effect of the syntactic training is revealed for the children with ASD considered here.

## **Introduction** (Aurore ANON)

La théorie de l'esprit est la capacité à attribuer des états mentaux à autrui et à soi-même (Premack et Woodruff, 1978). Cette compétence a un rôle majeur dans les interactions sociales (Miller, 2006) et se construit à partir de trois ans et jusqu'à l'âge de sept ans chez l'enfant avec un Développement Typique (DT) (Duval *et al.*, 2011).

Depuis les premiers travaux de Astington et Jenkins (1999), le lien entre le développement du langage et celui de la théorie de l'esprit est désormais établi. Grâce à ces interactions sociales, l'enfant développe ses compétences langagières mais il expérimente également des situations mettant en jeu la réalité et les pensées d'autrui (Farrar, Benigno, Tompkins et Gage, 2017). Les aspects lexicaux et syntaxiques du langage sont alors mis en jeu dans cette construction des pensées. Le lexique intervient dans la sémantique et se place comme un précurseur de la syntaxe, tandis que celle-ci permet la conceptualisation de la théorie de l'esprit. Au sein de la syntaxe, les propositions subordonnées complétives sont particulièrement intéressantes car elles possèdent une valeur de vérité indépendante. Elles permettent ainsi de se représenter la notion de fausse croyance (Durrleman, Burnel et Reboul, 2017).

L'entraînement de ces compétences syntaxiques, et notamment des propositions subordonnées complétives, a permis de montrer un impact sur le développement de la théorie de l'esprit d'enfants avec un DT (Hale et Tager-Flusberg, 2003 ; Lohmann et Tomasello, 2003).

Toutefois, les compétences en théorie de l'esprit peuvent être déficitaires chez les enfants avec un Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) (Yirmiya, Erel, Shaked et Solomonica-Levi, 1998), ainsi que chez les enfants avec un Trouble Développemental du Langage (TDL) (Nilsson et Jensen de López, 2016).

Un entraînement syntaxique ciblant l'acquisition des propositions subordonnées complétives pourrait permettre d'améliorer la théorie de l'esprit d'enfants avec un TSA ou avec un TDL. L'entraînement syntaxique cible améliorerait leurs compétences en théorie de l'esprit, par comparaison avec l'entraînement lexical contrôle dont l'effet serait moindre. Les bénéfices observés en théorie de l'esprit seraient différents entre les deux populations cliniques en raison de la diversité des profils langagiers dans ces deux pathologies. La comparaison de ces deux entraînements permettra d'étudier leur effet sur la théorie de l'esprit d'enfants avec un TSA et celle d'enfants avec un TDL.

## **Matériel & Méthode (Aurore ANON)**

### *Populations*

30 enfants de langue maternelle française ont participé aux entraînements. Les trois groupes se composent ainsi : le groupe d'enfants avec un DT se constitue de 14 enfants âgés de 3 ans 10 à 5 ans 4 ( $m=4,69$ ,  $ET=0,42$ ), le groupe d'enfants avec un TSA se constitue de 8 enfants âgés de 6 ans 1 à 11 ans 6 ( $m=8,64$ ,  $ET=2,25$ ) et le groupe d'enfants avec un TDL se constitue également de 8 enfants âgés de 6 ans 1 à 8 ans 9 ( $m=7,3$ ,  $ET=0,96$ ).

Les participants sélectionnés ont rempli différents critères d'inclusion. Le critère d'âge variait selon la population : les enfants avec un DT devaient avoir entre 3 et 6 ans, les enfants avec un TSA entre 5 et 12 ans et les enfants avec un TDL entre 5 et 8 ans. Tous les enfants devaient avoir un niveau de langage suffisant pour comprendre une phrase simple de type Sujet-Verbe-Objet, ce qui correspond au niveau de langage d'un enfant avec un DT de 3 à 6 ans. Lors des pré-tests, le score obtenu devait être inférieur à 20/24 aux tâches de théorie de l'esprit afin de proposer les entraînements à des enfants dont la théorie de l'esprit est encore en cours de développement. Pour la compréhension des propositions subordonnées complétives, le seuil maximum était fixé à 10/12. Pour les deux groupes cliniques, le diagnostic de TDL ou de TSA devait être formellement posé selon les critères des recommandations officielles (Bishop, Snowling, Thompson et Greenhalgh, 2017 ; Haute Autorité de Santé [HAS], 2018). Les enfants présentant des troubles associés (trouble du comportement, surdité, troubles visuels, etc) pouvant entraîner une incapacité à suivre un entraînement intensif sur un support numérique n'ont pas été inclus.

Le recrutement des participants s'est effectué en contactant des centres référents, des structures d'accueil, des cabinets d'orthophonistes libéraux, des écoles ou des associations spécialisées, en France (Paris, Lyon et Grenoble) et en Suisse (Genève).

Pour chacun de ces trois groupes, les enfants ont été aléatoirement répartis entre l'entraînement syntaxique et l'entraînement lexical de façon semi-randomisée. En effet, l'entraînement lexical a été proposé par défaut aux premiers participants qui ont été inclus avant la finalisation de l'entraînement syntaxique.

### *Matériel*

Les pré-tests évaluent le niveau de langage sur les versants syntaxique et lexical, les compétences en théorie de l'esprit, ainsi que certaines compétences cognitives générales.

Un test sur support informatique a été spécifiquement créé pour l'étude. Il comprend une série de trente-six items divisés en trois parties : théorie de l'esprit non-verbale, théorie de l'esprit verbale et propositions subordonnées complétives. Pour chaque catégorie, on compte le même nombre d'items faisant appel à la notion de vraie croyance que d'items se référant à la notion de fausse croyance. Le pré-test existe en deux versions qui sont utilisées de façon aléatoire d'un enfant à l'autre. Dans chaque version, les mêmes trente-six items sont utilisés mais dans un ordre de présentation différent. Pour les items évaluant la théorie de l'esprit non-verbale, les situations sont illustrées par des bulles de pensées d'après l'idée de Woolfe, Want et Siegal (2002). Un personnage veut effectuer une action qui nécessite de récupérer un objet caché. Les yeux de ce personnage sont bandés au moment où l'objet est dévoilé à l'enfant. Selon qu'il s'agit d'items de vraie ou de fausse croyance, l'objet est conforme ou non à la réalité. À l'aide des bulles de pensée, on demande ensuite à l'enfant ce que le personnage pensait attraper. On parlera toutefois de tâches de théorie de l'esprit minimalement verbales en raison du support oral inévitable qui accompagne la scène. Pour les items évaluant la théorie de l'esprit verbale, les situations s'inspirent des premières tâches d'évaluation de la théorie de l'esprit, telles que le paradigme de changement de lieu avec Maxi et le chocolat (Wimmer et Perner, 1983, cités par Duval *et al.*, 2006) ou le test de Sally et Anne (Baron-Cohen, Leslie et Frith, 1985). Dans ces situations, deux personnages sont présentés avec plusieurs contenants destinés à cacher quelque chose. Le premier personnage place un objet dans son propre contenant. Selon qu'il s'agit d'items de vraie ou de fausse croyance, ce premier personnage reste ou sort du cadre, avec une explication donnée verbalement à l'enfant. Pour les situations de vraie croyance, le second personnage utilise l'objet puis le repose à sa place initiale en l'absence du premier personnage, ou le déplace dans un autre contenant en présence du premier personnage. Pour les situations de fausse croyance, le second personnage déplace l'objet dans un autre contenant en l'absence du premier personnage. On demande ensuite à l'enfant où le premier personnage va chercher son objet (Annexe A).

Enfin, la troisième sous-partie de ce test spécifique est constituée de scènes utilisant des propositions subordonnées complétives (Annexe B) inspirées par la tâche de de Villiers et Pyers (2002). Deux personnages discutent pour savoir ce que fait une tierce personne. L'un d'eux répond à l'aide d'une proposition subordonnée complétive avec un verbe de communication. Dans une autre pièce, on voit ensuite le troisième personnage effectuer réellement l'action précisée pour les items dits de vraie complétive, ou faire une autre activité pour les items se rapportant à une fausse complétive. En complément de l'évaluation des compétences syntaxiques, le subtest d'aptitudes morphosyntaxiques de la

batterie Exalang 3-6 (Helloin et Thibault, 2006) a été utilisé afin de vérifier la compréhension globale d'une phrase de type Sujet-Verbe-Objet.

On évalue également les compétences lexicales grâce aux subtests de dénomination et de désignation de cette même batterie.

Les capacités de raisonnement non-verbal sont évaluées grâce aux Matrices de Raven en couleurs (Raven, Court et Raven, 1998). En complément, l'attention auditive est appréciée grâce à l'épreuve correspondante dans l'Exalang 3-6.

Les post-tests immédiats et post-tests différés ont été créés avec trente-six nouveaux items chacun et selon le même modèle que les pré-tests. Le niveau de langage est évalué à nouveau, uniquement lors des post-tests immédiats.

L'entraînement syntaxique a été spécifiquement créé pour l'étude. Il se compose de cinq activités regroupées au sein d'une application présentée sur iPad (Annexe C). Elle s'intitule « Différencier Idée et Réalité par Exercices » (DIRE) (Durrleman et Da Costa, 2017). Chaque scène présentée dans les activités est suivie d'une question de compréhension. Des renforçateurs visuels et sonores viennent ponctuer les sessions. L'activité 1 travaille la compréhension d'une phrase simple de type Sujet-Verbe-Objet avec un verbe de perception (Wilson et Fox, 2013). L'activité 2 repose sur la compréhension d'une phrase avec un verbe de communication introduisant une proposition subordonnée complétive pour rapporter des propos. L'activité 3 travaille la compréhension d'une phrase simple qui est transformée en une phrase avec un verbe de parole introduisant une proposition subordonnée complétive. On demande ensuite à l'enfant de répéter cette phrase pour la produire. L'activité 4 repose sur la différence entre une phrase simple décrivant une action et une phrase avec un verbe de communication introduisant une proposition subordonnée complétive pour rapporter cette action. L'activité 5 met en parallèle la réalité décrite par une phrase simple et des propos rapportés avec un verbe de communication introduisant une proposition subordonnée complétive. Dans les activités 2, 3 et 5, l'utilisation d'objets visuellement proches oblige l'enfant à se focaliser sur la proposition subordonnée complétive entendue.

L'entraînement lexical se compose de sept applications disponibles gratuitement dans l'App store : *6000 Mots*, *Bitsboard*, *French Flashcards*, *Verbes français pour les enfants – Partie 1*, *Verbes français pour les enfants – Partie 2*, *Apprends-moi des mots et Cris d'animaux*. Ces applications sélectionnées sont ludiques, de niveaux variés et explorent le lexique par champ sémantique. Seuls les mots isolés sont travaillés, sans

utiliser d'associations de mots qui pourraient s'apparenter à de la syntaxe. Les mots de vocabulaire sont illustrés par des images et l'entraînement s'effectue par le biais de jeux divers : désignation, dénomination, association, etc.

### *Procédure*

La passation des pré-tests se fait en une à trois séances pendant une période d'une semaine maximum. Puis l'entraînement débute à raison de deux à trois séances d'une trentaine de minutes par semaine, durant quatre à six semaines. En moyenne, les enfants ont bénéficié de 12 séances ( $ET=1,8$ ) sur une période de 51 jours ( $ET=12,1$ ).

Ces séances d'entraînement sont réalisées par les étudiants en orthophonie ou en logopédie associés au projet dans les différentes villes citées. Elles se déroulent en individuel et ont lieu dans un environnement calme : au domicile de l'enfant, au cabinet de son orthophoniste ou au sein de sa structure d'accueil, selon les possibilités.

Une fois l'entraînement terminé, la passation des post-tests immédiats est organisée en une ou deux séances sur une période d'une semaine maximum. Lorsque la différence de score entre le pré-test et le post-test immédiat est supérieur ou égal à 3 points, une seconde session de post-tests est organisée à distance. Ce post-test différé se déroule en une seule séance, environ un mois après les post-tests immédiats. 13 enfants ont participé à ces post-tests différés. 3 enfants obtenaient des scores suffisants pour passer ces post-tests différés mais n'ont pas pu être recontactés. En moyenne, les post-tests différés ont eu lieu 45 jours après les post-tests immédiats ( $ET=20,8$ ).

L'ensemble de l'organisation des tests et des séances d'entraînement suit un protocole précis afin que chaque enfant reçoive la même intervention, pour un groupe d'entraînement donné.

### *Analyses statistiques*

L'analyse statistique est effectuée à l'aide du logiciel JMP® et utilise des tests non-paramétriques adaptés à la taille des échantillons (test de Mann-Whitney, test de Kruskal-Wallis, test de Wilcoxon, régression simple). Lorsque certaines données sont manquantes, l'analyse porte sur un plus faible échantillon.

### *Autorisations légales et financement*

Le projet a été validé par le comité d'éthique de la faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation de l'Université de Genève en juillet 2016 et celui de la Commission Cantonale d'Éthique de la Recherche (CCER) de Genève en décembre 2016.

D'autre part, en France, et conformément à la méthodologie de référence MR-003, l'étude a été déclarée auprès de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

L'étude est financée en intégralité par le Fonds National Suisse de la recherche scientifique (FNS) pour une durée de trois ans à compter de mars 2016.

## Résultats (Aliette BREESE)

### Comparaison des populations par entraînement

Des analyses préliminaires sont effectuées pour s'assurer que le niveau initial des populations est similaire entre chaque groupe d'entraînement. Pour les échantillons répartis entre les deux entraînements, le test de Mann-Whitney ne montre aucune différence significative ni pour l'âge ( $p=0,77$ ), ni pour le score aux Matrices de Raven ( $p=0,32$ ), ni pour le score initial de compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,25$ ), ni pour le score initial en désignation à l'Exalang 3-6 ( $p=0,40$ ), ni pour le score initial en théorie de l'esprit ( $p=0,10$ ). Il en est de même entre les échantillons de chaque population divisés entre les deux entraînements (Figure 1).

**Figure 1. Scores initiaux des populations**

		DT		TSA		TDL	
		Ent. syntaxique	Ent. lexical	Ent. syntaxique	Ent. lexical	Ent. syntaxique	Ent. lexical
Âge	moyenne (écart-type)	4,6 ( $\pm 0,4$ )	4,8 ( $\pm 0,5$ )	8,8 ( $\pm 2,2$ )	8,5 ( $\pm 2,6$ )	7,2 ( $\pm 1,2$ )	7,5 ( $\pm 0,8$ )
	p-value	$p=0,52$		$p=1,00$		$p=0,77$	
Raven	moyenne (écart-type)	0 ( $\pm 0,5$ )	-0,2 ( $\pm 0,7$ )	-2,1 ( $\pm 1,2$ )	-2,7 ( $\pm 1,2$ )	-1,1 ( $\pm 0,9$ )	-1,9 ( $\pm 0,8$ )
	p-value	$p=0,70$		$p=0,38$		$p=0,19$	
Syntaxe des complétives	moyenne (écart-type)	6,6 ( $\pm 1,6$ )	6,7 ( $\pm 1,4$ )	6,0 ( $\pm 0$ )	7,5 ( $\pm 1,7$ )	6,3 ( $\pm 1,3$ )	6,3 ( $\pm 0,5$ )
	p-value	$p=0,78$		$p=0,18$		$p=0,87$	
Lexique	moyenne (écart-type)	34,7 ( $\pm 1,3$ )	34,9 ( $\pm 0,7$ )	34,8 ( $\pm 1,3$ )	33,8 ( $\pm 1,3$ )	34,5 ( $\pm 1,7$ )	34,3 ( $\pm 1,5$ )
	p-value	$p=1,00$		$p=0,30$		$p=1,00$	
Théorie de l'esprit	moyenne (écart-type)	14,0 ( $\pm 1,9$ )	15,4 ( $\pm 2,6$ )	13,0 ( $\pm 2,6$ )	16,8 ( $\pm 1,3$ )	12,5 ( $\pm 1,9$ )	12,3 ( $\pm 0,5$ )
	p-value	$p=0,33$		$p=0,06$		$p=1,00$	



**Figure 2. Résultats aux tests**

Groupe	Mesure moyenne (écart-type)	DT			TSA			TDL		
		Pré-tests	Post-tests immédiats	Post-tests différés	Pré-tests	Post-tests immédiats	Post-tests différés	Pré-tests	Post-tests immédiats	Post-tests différés
Entraînement syntactique	Complétives (/12)	6,6 (±1,6)	11,7 (±0,5)	11,6 (±0,5)	6,0 (+0)	8,5 (±3,0)	12,0 (±0)	6,3 (±1,3)	11,3 (±1,0)	10,8 (±1,5)
	Complétives VC (/6)	5,6 (±0,8)	5,9 (±0,4)	6,0 (+0)	5,8 (±0,5)	6,0 (+0)	6,0 (+0)	5,3 (±1,5)	6,0 (+0)	5,5 (±1,0)
	Complétives FC (/6)	1,0 (±1,5)	5,9 (±0,4)	5,6 (±0,5)	0,3 (±0,5)	2,5 (±3,0)	6,0 (±0)	1,0 (±1,2)	5,3 (±1,0)	5,3 (±1,0)
	Désignation (/36)	34,7 (±1,3)	35,1 (±1,2)	NC	34,8 (±1,3)	35,8 (±0,5)	NC	34,5 (±1,73)	34,0 (±3,4)	NC
	Dénomination (/36)	34,6 (±0,9)	35,6 (±0,5)	NC	33,5 (±1,7)	35,3 (±0,6)	NC	33,8 (±2,6)	35,3 (±1,0)	NC
	Total TdE (/24)	14,0 (±1,9)	22,3 (±1,1)	21,1 (±1,1)	13,0 (±2,6)	16,0 (±3,0)	17,0 (±1,4)	12,5 (±1,9)	20,5 (±1,3)	18,5 (±5,1)
	TdE non verbal VC (/6)	5,1 (±1,2)	5,9 (±0,4)	6,0 (±0)	5,3 (±1,0)	5,8 (±0,5)	6,0 (±0)	4,0 (±1,8)	5,8 (±0,5)	5,3 (±1,0)
	TdE non verbal FC (/6)	2,6 (±2,4)	5,6 (±0,5)	5,3 (±0,8)	1,5 (±1,9)	4,0 (±2,7)	4,5 (±2,1)	2,5 (±1,3)	5,8 (±0,5)	4,5 (±3,0)
	TdE verbal VC (/6)	5,9 (±0,4)	5,3 (±1,1)	4,7 (±1,6)	5,5 (±0,6)	6,0 (±0)	6,0 (±0)	5,5 (±0,6)	5,8 (±0,5)	4,8 (±1,0)
	TdE verbal FC (/6)	0,4 (±0,5)	5,6 (±0,5)	5,1 (±1,5)	0,8 (±1,5)	0,3 (±0,5)	0,5 (±0,7)	0,5 (±0,6)	3,3 (±1,7)	4,0 (±2,3)
Entraînement lexical	Complétives (/12)	6,7 (±1,4)	7,4 (±1,9)	NC	7,5 (±1,7)	7,0 (±0,8)	NC	6,25 (±0,8)	8,0 (±2,8)	NC
	Complétives VC (/6)	5,8 (±0,8)	5,8 (±0,8)	NC	5,8 (±0,5)	5,8 (±0,5)	NC	5,8 (±0,5)	5,8 (±0,5)	NC
	Complétives FC (/6)	1,1 (±1,2)	1,9 (±2,5)	NC	1,8 (±1,5)	1,3 (±1,3)	NC	0,5 (±1,0)	2,3 (±2,9)	NC
	Désignation (/36)	34,9 (±0,7)	35,9 (±0,4)	NC	33,8 (±1,3)	35,3 (±1,0)	NC	34,3 (±1,5)	36,0 (±0)	NC
	Dénomination (/36)	33,6 (±3,3)	34,6 (±1,8)	NC	*	*	NC	33,3 (±3,6)	35,3 (±1,5)	NC
	Total TdE (/24)	15,4 (±2,6)	14,4 (±2,2)	NC	16,8 (±1,3)	15,5 (±2,5)	NC	12,3 (±0,5)	13,3 (±2,6)	NC
	TdE non verbal VC (/6)	5,9 (±0,4)	5,4 (±0,8)	NC	5,5 (±0,6)	5,8 (±0,5)	NC	5,8 (±0,5)	6,0 (±0)	NC
	TdE non verbal FC (/6)	3,3 (±2,2)	3,3 (±2,5)	NC	4,8 (±1,0)	3,5 (±2,6)	NC	0,5 (±0,6)	1,5 (±2,4)	NC
	TdE verbal VC (/6)	5,1 (±1,2)	4,9 (±1,5)	NC	4,8 (±1,0)	5,0 (±1,4)	NC	6,0 (±0)	5,8 (±0,5)	NC
	TdE verbal FC (/6)	1,1 (±0,7)	0,9 (±2,3)	NC	1,8 (±1,7)	1,3 (±1,9)	NC	0 (±0)	0 (±0)	NC

\* absence de données

NC : non concerné

### *Entraînement syntaxique*

Pour l'ensemble de la population ayant suivi l'entraînement syntaxique, on note une amélioration de la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p < 0,01$ ). Les compétences lexicales non-entraînées ne montrent pas d'amélioration significative en désignation ( $p = 0,29$ ), mais l'amélioration est significative en dénomination ( $p < 0,01$ ). Les performances en théorie de l'esprit ont également été améliorées de façon significative ( $p < 0,01$ ). Cette amélioration se retrouve aussi bien sur les tâches de vraie croyance ( $p = 0,03$ ) et de fausse croyance ( $p < 0,01$ ), que sur les tâches de théorie de l'esprit évaluées verbalement ( $p < 0,01$ ) ou non verbalement ( $p < 0,01$ ).

Au sein de chaque population, les performances diffèrent. Chez les enfants avec un DT ou avec un TDL, pour la compréhension des propositions subordonnées complétives, les scores montrent un gain significatif ( $p < 0,01$  pour les DT ;  $p < 0,01$  pour les TDL). On retrouve également une amélioration significative des scores en théorie de l'esprit ( $p < 0,01$  pour les DT ;  $p < 0,01$  pour les TDL). L'analyse des subtests de théorie de l'esprit met en évidence une amélioration sur les tâches de fausse croyance ( $p < 0,01$  pour les DT ;  $p < 0,01$  pour les TDL) mais celle-ci n'est pas retrouvée sur les tâches de vraie croyance ( $p < 0,60$  pour les DT ;  $p < 0,12$  pour les TDL). Une amélioration significative ressort lors de l'évaluation de la théorie de l'esprit par des tâches minimalement verbales ( $p < 0,01$  pour les DT ;  $p < 0,01$  pour les TDL) ainsi que par des tâches verbales ( $p < 0,01$  pour les DT ;  $p = 0,05$  pour les TDL).

En revanche, les enfants avec un TSA ne suivent pas cette évolution suite à l'entraînement syntaxique. Aucune différence de scores n'est observée ni pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p = 0,19$ ), ni pour la théorie de l'esprit non-verbale ( $p = 0,13$ ), ni pour la théorie de l'esprit verbale ( $p = 1,00$ ), ni pour les items de vraie croyance ( $p = 0,25$ ), ni pour les items de fausse croyance ( $p = 0,16$ ).

### *Entraînement lexical*

Pour l'ensemble de la population ayant suivi l'entraînement lexical, l'amélioration des compétences lexicales est significative en désignation ( $p < 0,01$ ) et en dénomination ( $p = 0,03$ ). Aucune autre compétence, ni en compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p = 0,22$ ), ni en théorie de l'esprit ( $p = 0,32$ ), n'a été améliorée par cet entraînement.

En revanche, en précisant l'analyse par population, seuls les enfants avec un DT témoignent de cette amélioration en désignation ( $p = 0,02$ ). Leur amélioration en dénomination n'est pas significative ( $p = 0,15$ ). Les compétences lexicales des enfants avec

un TDL ne s'améliorent ni en désignation ( $p=0,10$ ), ni en dénomination ( $p=0,16$ ). Les compétences lexicales des enfants avec un TSA ne s'améliorent pas non plus en désignation ( $p=0,22$ ). La dénomination n'a pas pu être analysée à cause de données manquantes pour trois des quatre participants. Quelle que soit la population étudiée, les gains de compétences en théorie de l'esprit et en compréhension des propositions subordonnées complétives ne sont pas probants ( $p=0,13$  pour les DT ;  $p=0,14$  pour les TSA ;  $p=0,53$  pour les TDL).

### *Comparaison des deux entraînements*

Dans l'ensemble de notre population, l'amélioration des scores de compréhension des propositions subordonnées complétives est significativement supérieure pour le groupe ayant suivi l'entraînement syntaxique ( $p<0,01$ ). On note une amélioration plus importante du lexique sur le score en désignation pour le groupe ayant suivi l'entraînement lexical, sans que la différence ne soit statistiquement significative ( $p=0,08$ ). Le gain en théorie de l'esprit est significativement plus élevé dans le groupe ayant bénéficié de l'entraînement syntaxique ( $p<0,01$ ). C'est également le cas si l'on considère chaque subtest de théorie de l'esprit : verbal ( $p<0,01$ ), non-verbal ( $p<0,01$ ), vraie croyance ( $p=0,03$ ) ou fausse croyance ( $p<0,01$ ).

Chez les enfants avec un DT, l'amélioration de la compréhension des propositions subordonnées complétives montre une différence significative ( $p<0,01$ ) entre les deux entraînements en faveur du groupe ayant bénéficié de l'entraînement syntaxique. Mais cela n'est pas retrouvé de façon évidente chez les populations cliniques ( $p=0,18$  pour les TSA ;  $p=0,08$  pour les TDL). Pour l'amélioration du lexique en désignation, la différence entre les deux entraînements n'est pas significative ( $p=0,27$  pour les DT ;  $p=1,00$  pour les TSA ;  $p=0,13$  pour les TDL). Chez les trois populations, le score de théorie de l'esprit dans son ensemble montre qu'il y a une différence significative entre les deux entraînements en faveur de l'entraînement syntaxique ( $p<0,01$  pour les DT ;  $p=0,04$  pour les TSA ;  $p=0,03$  pour les TDL).

### *Maintien suite à l'entraînement syntaxique*

Cette partie de l'analyse porte uniquement sur les 13 enfants ayant passé les post-tests différés ( $n=7$  pour les DT ;  $n=2$  pour les TSA ;  $n=4$  pour les TDL). Tous avaient bénéficié de l'entraînement syntaxique.

Dans cet échantillon, on note une différence moyenne du score en compréhension des propositions subordonnées complétives de  $-0,08$  ( $ET=0,86$ ). Toutefois, cette différence

n'est pas significative ( $p=0,75$ ). Au score de théorie de l'esprit dans son ensemble, on observe une différence moyenne de -1,31 ( $ET=2,56$ ) entre les post-tests tests immédiats et les post-tests différés. Cette diminution n'est encore une fois pas significative ( $p=0,09$ ).

Chez les enfants avec un DT, la différence n'est pas suffisante pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,60$ ), mais elle est significative pour la théorie de l'esprit ( $p=0,05$ ). Chez les enfants avec un TDL, la différence n'est significative ni pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,18$ ), ni pour la théorie de l'esprit ( $p=0,46$ ). Chez les enfants avec un TSA, seuls deux enfants ont passé les post-tests à distance, les deux autres ne montraient pas d'amélioration suffisante lors des post-tests immédiats pour remplir les critères établis.

En comparant le niveau initial des pré-tests et le niveau obtenu lors des post-tests différés, il ressort que la différence est significativement positive chez les enfants avec un DT pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p<0,01$ ) et la théorie de l'esprit ( $p<0,01$ ). Les enfants avec un TDL montrent une amélioration significative pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,02$ ), mais elle est moins probante pour la théorie de l'esprit ( $p=0,07$ ).

#### *Comparaison inter-populations*

En comparant les scores des pré-tests et ceux des post-tests, le test de Kruskal-Wallis révèle que les enfants avec un DT ou avec un TDL qui ont suivi l'entraînement syntaxique présentent une évolution similaire. En effet, ils ne diffèrent pas significativement, ni pour les scores en lexique ( $p=0,36$  pour la désignation ;  $p=1,00$  pour la dénomination), ni pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,76$ ), ni pour le score en théorie de l'esprit ( $p=0,70$ ).

Les enfants avec un TSA ne diffèrent pas significativement des deux autres populations pour les tâches de lexique, que ce soit en désignation ( $p=0,35$  avec les DT ;  $p=0,17$  avec les TDL) ou en dénomination ( $p=1,00$  avec les DT ;  $p=1,00$  avec les TDL). C'est également le cas pour l'amélioration de la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,12$  avec les DT ;  $p=0,30$  avec les TDL). En revanche, l'amélioration de la théorie de l'esprit est significativement inférieure chez les enfants avec un TSA ( $p=0,03$  avec les DT ;  $p=0,04$  avec les TDL).

Concernant le maintien et l'efficacité de l'entraînement à distance, aucune différence significative n'est relevée entre les populations avec un DT ou avec un TDL ni

pour la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,46$ ), ni pour le score en théorie de l'esprit ( $p=0,56$ ).

Suite à l'entraînement lexical, la comparaison deux à deux de chaque population ne fait ressortir aucune différence significative, que ce soit pour l'amélioration des compétences lexicales (en désignation :  $p=0,43$  pour DT/TDL,  $p=0,92$  pour DT/TSA,  $p=0,88$  pour TSA/TDL ; en dénomination :  $p=0,44$  pour DT/TDL) ou de la théorie de l'esprit ( $p=0,14$  pour DT/TDL,  $p=1,00$  pour DT/TSA,  $p=0,28$  pour TSA/TDL).

### *Interdépendances*

Sur l'ensemble de la population lors des pré-tests, on ne trouve pas de lien significatif entre le score en théorie de l'esprit et le niveau de compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,49$ ). Aucun lien ne ressort lorsque l'on considère la théorie de l'esprit sous les deux subtests : non-verbal ( $p=0,68$ ) et verbal ( $p=0,40$ ). À la suite de l'entraînement syntaxique, on retrouve un lien significatif entre le score en théorie de l'esprit et celui des propositions subordonnées complétives ( $p<0,01$ ). Toutefois, ce lien n'apparaît pas de façon évidente entre le gain en théorie de l'esprit et le gain en compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,08$ ).

Dans l'ensemble de la population, le score initial aux matrices de Raven ne montre pas de lien significatif avant l'entraînement, ni avec la compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,65$ ), ni avec la théorie de l'esprit ( $p=0,64$ ). En revanche, un score élevé aux matrices de Raven favorise le score final en compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,01$ ), tout comme le score aux tâches de théorie de l'esprit ( $p=0,02$ ).

Pour l'entraînement syntaxique, le nombre de séances d'entraînement n'influence ni la réussite finale aux tâches de compréhension des propositions subordonnées complétives ( $p=0,28$ ), ni le score final aux tâches de théorie de l'esprit ( $p=0,55$ ).

## **Discussion** (Alette BREESE)

### *Effet de l'entraînement syntaxique*

Chez les enfants avec un DT ou avec un TDL, l'entraînement DIRE remplit efficacement son objectif premier visant à améliorer le langage sur le versant syntaxique de la compréhension des propositions subordonnées complétives. En parallèle, cet entraînement contribue également à améliorer la théorie de l'esprit.

L'analyse des subtests de théorie de l'esprit ne montre pas de différence de bénéfices entre les tâches verbale et non-verbale. En revanche, on distingue une différence de bénéfices entre les tâches de fausse croyance et les tâches de vraie croyance. Le bénéfice moins important sur les tâches de vraie croyance s'explique par des scores initiaux proches du plafond dans toutes les populations. En effet, la notion de vraie croyance est la première à intervenir dans le développement de la théorie de l'esprit (Duval *et al.*, 2011).

Les enfants avec un DT montrent paradoxalement une amélioration des compétences lexicales en désignation alors que l'entraînement portait sur la syntaxe. L'entraînement syntaxique peut être à l'origine d'un bénéfice indirect puisque le lexique et la syntaxe se développent simultanément (Milligan, Astington et Dack, 2007).

Au final, les enfants avec un DT ou avec un TDL ont tiré des bénéfices similaires de l'entraînement DIRE pour la syntaxe et pour la théorie de l'esprit.

À l'inverse, les enfants avec un TSA n'ont pas tiré de bénéfices de l'entraînement syntaxique, ni pour la compréhension des propositions subordonnées complétives, ni pour la théorie de l'esprit. Ainsi, leurs performances sont bien différentes de celles des enfants avec un DT ou avec un TDL. Les profils d'enfants avec un TSA sont multiples et le faible effectif considéré au sein de cette étude n'est peut-être pas suffisamment représentatif de cette pathologie. D'autre part, la littérature s'accorde sur l'existence d'un déficit des fonctions exécutives chez ces enfants (Demetriou *et al.*, 2017). Cette atteinte touche indifféremment toutes les composantes exécutives : inhibition, flexibilité mentale, mémoire de travail, etc. Cela pourrait expliquer un défaut de généralisation qui limiterait les bénéfices directs et indirects de l'entraînement. En effet, le premier objectif consiste à maîtriser la structure syntaxique cible. Cette dernière permet, dans un second temps, un transfert vers la théorie de l'esprit pour rejoindre l'hypothèse du piratage évoquée par Colle, Baron-Cohen et Hill (2007). L'application DIRE fait volontairement intervenir des scènes de façon répétée pour que les enfants puissent progresser d'une fois sur l'autre. Malgré l'aspect ludique et agréable de l'entraînement, il a été difficile d'étendre ces acquisitions à d'autres contextes. En effet, il semble que certains enfants avec un TSA soient restés attachés aux structures linguistiques utilisées dans le matériel, sans toutefois pouvoir les reproduire dans d'autres situations. Lors des post-tests, l'absence de bénéfices en compréhension des propositions subordonnées complétives empêche d'objectiver un transfert éventuel aux compétences en théorie de l'esprit.

D'autre part, les tâches évaluant la théorie de l'esprit, et notamment celles se référant à la notion de fausse croyance, font appel à des capacités exécutives complexes (Moreau et Champagne-Lavau, 2014). En effet, pour répondre correctement à ces situations de fausse croyance, l'enfant doit non seulement inhiber sa propre représentation, mais également inférer sur les connaissances d'un autre personnage. Cette métareprésentation nécessite de se placer dans une perspective bien différente. Ces compétences d'inhibition et de flexibilité mentale peuvent alors interférer dans la réponse, indépendamment du niveau de compréhension de la scène en elle-même.

Ces perturbations des fonctions exécutives en lien avec le langage et la théorie de l'esprit font l'objet d'une autre étude s'intéressant à l'impact de la mémoire de travail dans la syntaxe chez des enfants avec un TDL ou avec un TSA (Delage, Chappalay, Gatignol et Durrleman, 2017).

### *Effet de l'entraînement lexical*

L'effet de l'entraînement lexical est incertain. Une amélioration des compétences lexicales est observée pour les épreuves de dénomination et de désignation dans ce groupe. Toutefois, cette évolution ne diffère pas de celle du groupe opposé. En effet, pour les deux groupes d'entraînement, les scores aux épreuves de dénomination et de désignation étaient déjà élevés avant l'entraînement, ne laissant qu'une faible marge de progression.

Seuls les enfants avec un DT améliorent leurs compétences lexicales : en désignation suite à l'entraînement lexical et en dénomination suite à l'entraînement syntaxique. Pour le premier groupe, cela correspond à l'effet attendu suite à l'entraînement. Pour le second groupe, l'hypothèse d'un développement simultané entre le lexique et la syntaxe a été évoquée précédemment. Cependant, cette amélioration du vocabulaire dans les deux groupes d'entraînement peut également être liée à l'évolution naturelle du lexique dans le cadre du développement normal de l'enfant. D'autre part, l'effet re-test n'est ici pas négligeable compte tenu du délai relativement court entre les pré-tests et post-tests. Ces différents arguments ainsi que les performances initiales ne permettent pas de conclure avec certitude sur l'évolution lexicale des deux groupes entraînés.

En revanche, on met en évidence l'absence d'effet de l'entraînement lexical sur les compétences en théorie de l'esprit. Aucune des trois populations ne montre d'amélioration suite à l'entraînement lexical. Cette observation est renforcée par la comparaison de ces résultats avec ceux obtenus en théorie de l'esprit suite à l'entraînement syntaxique.

### *Maintien et efficacité à distance de l'entraînement syntaxique*

Les enfants avec un DT qui ont tiré des bénéfices de l'entraînement DIRE maintiennent leurs performances syntaxiques à distance de l'entraînement. Malgré un léger déclin de leurs compétences entre les post-tests immédiats et différés, les bénéfices en théorie de l'esprit perdurent à distance. Il pourrait être intéressant d'évaluer à plus long terme les performances en théorie de l'esprit pour vérifier que la perte de bénéfice n'annule pas les effets positifs immédiats de l'entraînement.

Chez les enfants avec un TDL, les résultats statistiques sont en faveur du maintien des performances en syntaxe et en théorie de l'esprit entre les post-tests immédiats et différés. Bien que le bénéfice pour les compétences en théorie de l'esprit ne soit pas retrouvé à distance de l'entraînement, la valeur statistique est proche du seuil de significativité. Une première explication serait liée au faible effectif considéré ici. Une seconde hypothèse est envisageable : le transfert des compétences syntaxiques vers la théorie de l'esprit serait moins robuste dans le temps chez les enfants avec un TDL que chez ceux avec un DT. Renforcer l'entraînement sur la durée permettrait de pallier les difficultés d'acquisition de ces enfants. En effet, en raison de leurs compétences altérées en mémoire de travail (Jakubowicz et Tuller, 2008, cités par Delage *et al.*, 2017), un nombre de répétition plus important est nécessaire pour assimiler une notion.

Pour la population avec un TSA, le maintien et l'efficacité à distance ne sont pas exploitables étant donné que seuls deux participants ont montré une amélioration lors des post-tests immédiats et ont donc passé les post-tests différés.

Cependant, compte tenu des contraintes temporelles de l'étude et des effets du développement naturel de ces compétences, le délai fixé pour évaluer le maintien est volontairement proche de la fin de l'entraînement. Il pourrait être intéressant d'étudier plus à distance les compétences en théorie de l'esprit des enfants ayant profité de l'entraînement, par comparaison avec d'autres enfants n'ayant pas participé à l'étude.

Une autre piste pour renforcer l'acquisition syntaxique serait d'enrichir l'entraînement par des situations de manipulation d'objets faisant intervenir des propositions subordonnées complétives. Cela peut également être bénéfique aux enfants avec un TSA dont les difficultés spécifiques n'ont pas conduit à une évolution positive de leurs compétences en théorie de l'esprit. Une évaluation supplémentaire de la théorie de l'esprit en vie quotidienne permettrait d'objectiver le maintien des effets de l'entraînement et la généralisation des bénéfices à long terme.



### *Limites et perspectives*

Avant l'entraînement, le lien étudié entre le niveau de compréhension des propositions subordonnées complétives et le niveau de théorie de l'esprit n'est pas mis en évidence. Il apparaît par la suite dans le groupe ayant suivi l'entraînement DIRE. Toutefois, on note une absence de relation entre les bénéfices en syntaxe et les bénéfices en théorie de l'esprit. L'évolution naturelle de l'enfant n'entre pas en jeu puisque le groupe opposé ne montre pas d'évolution. Ces données allant à l'encontre des informations retrouvées dans la littérature, il est possible que l'entraînement syntaxique ait eu un effet direct sur la théorie de l'esprit. Plusieurs éléments peuvent être avancés pour permettre de faire évoluer favorablement l'entraînement.

Les tests utilisés pour la théorie de l'esprit ont été créés spécifiquement pour cette étude et leur normalisation sera faite ultérieurement. Les faibles échantillons présentés ici ne fourniraient pas une puissance statistique suffisante pour étalonner rigoureusement ces tests. Ils ont permis de s'assurer que les populations de départ réparties entre les entraînements étaient homogènes. Ils constituent ici une ligne de base permettant de suivre l'évolution des compétences des participants avant et après l'entraînement.

Le test de compréhension des propositions subordonnées complétives distingue la notion de vraie complétive et de fausse complétive, comme dans les tests de théorie de l'esprit qui détaillent vraie croyance et fausse croyance. Les scènes présentant des situations de vraie complétive ne nécessitent pas de comprendre réellement la proposition subordonnée complétive entendue. La réussite de la scène repose plus sur l'attention visuelle que sur la compréhension de la construction syntaxique. Ces items servent donc davantage de contrôle attentionnel et sont, par ailleurs, largement réussis dans tous les groupes. À l'inverse, les scènes présentant des situations de fausse complétive nécessitent de prêter attention à ce que dit le personnage. La seule observation visuelle ne permet pas de réussir ces items. Pour autant, il ne s'agit pas d'attribuer un état mental à un personnage. Ces six items dits de fausse complétive sont donc réellement représentatifs de la capacité à comprendre les propositions subordonnées complétives. Cependant, ils font aussi intervenir différentes fonctions exécutives de mémoire et d'inhibition qui peuvent nuire aux réponses de l'enfant, quelle que soit sa réelle compréhension. Cette évaluation des propositions subordonnées complétives pourrait être complétée par un screening des fonctions exécutives afin de mettre en évidence une éventuelle interaction.

La proximité scénaristique de certains items avec l'entraînement syntaxique peut également porter à confusion. Les activités 3 et 5 nécessitent de mémoriser les propos d'un personnage, comme pour les items évaluant les propositions subordonnées complétives par

les scènes dites de fausse complétive. La reformulation permet néanmoins de travailler spécifiquement les notions syntaxiques ciblées.

Ces éléments indiquent plus une difficulté à objectiver le transfert des bénéfices des propositions subordonnées complétives vers la théorie de l'esprit. Mais ils ne remettent pas en cause l'efficacité directe de l'entraînement DIRE sur la théorie de l'esprit, qui était l'un des objectifs recherchés.

Malgré le protocole précis créé pour cadrer l'entraînement, il est important de souligner que plusieurs intervenants ont participé au recrutement et aux entraînements des enfants considérés dans ces résultats. Cette diversité des profils peut avoir entraîné des différences dans le suivi des enfants. Mais cela permet d'ores et déjà d'avoir un premier aperçu de l'efficacité de l'entraînement destiné à une utilisation plus large auprès de nombreux orthophonistes.

Enfin, il apparaît que le niveau obtenu en syntaxe et en théorie de l'esprit suite à l'entraînement syntaxique est dépendant du niveau de raisonnement non-verbal. Un niveau trop faible ne permet pas d'obtenir des scores suffisamment élevés sur ces deux critères pour bénéficier de l'entraînement syntaxique. D'autres fonctions pourraient alors intervenir comme prérequis au développement de la théorie de l'esprit. Une exploration d'un ensemble de critères relatifs aux compétences sociales permettrait de définir un niveau initial requis pour bénéficier de l'entraînement.

Dans cette étude partielle, le nombre de participants inclus dans chaque échantillon limite la puissance statistique de certaines analyses. Les résultats à venir de l'ensemble de l'étude permettront d'inclure des échantillons plus conséquents et d'apporter des conclusions plus solides sur l'efficacité de l'entraînement DIRE.

### *Conclusion*

L'entraînement syntaxique DIRE est efficace pour améliorer la compréhension des propositions subordonnées complétives et la théorie de l'esprit d'enfants avec un DT ou avec un TDL. L'entraînement lexical quant à lui ne permet de tels bénéfices. Les premiers enfants avec un TSA, dont les résultats sont analysés ici, ne profitent pas des effets des entraînements. Plusieurs pistes restent à explorer pour perfectionner ce matériel visant à améliorer la théorie de l'esprit.

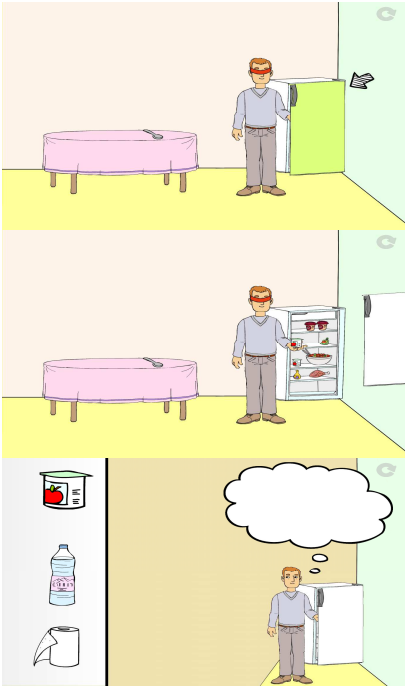
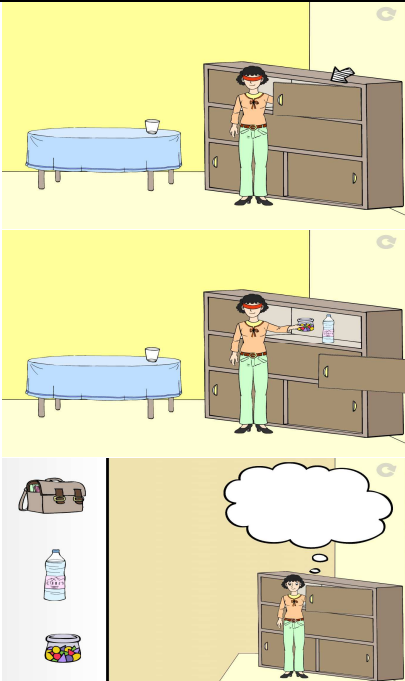
## Bibliographie

- 6000 Mots - Apprendre le Français Gratuitement. (2015). (Version 2.86) [Application iPad]. Andrian Andronic. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/6000-mots-apprendre-le-fran%C3%A7ais-gratuitement/id923284695?l=fr&mt=8>
- Apprends-Moi Des Mots - Enfant. (s. d.). (Version 1.5) [Application iPad]. Tailmind. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/apprends-moi-des-mots-enfant/id574913323?l=fr&mt=8>
- Astington, J. W., & Jenkins, J. M. (1999). A longitudinal study of the relation between language and theory-of-mind development. *Developmental Psychology*, 35(5), 1311-1320.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a « theory of mind »? *Cognition*, 21(1), 37-46.
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., & CATALISE consortium. (2016). CATALISE: A Multinational and Multidisciplinary Delphi Consensus Study. Identifying Language Impairments in Children. *PloS One*, 11(7), e0158753.
- Bitsboard Flashcards & Games. (s. d.). (Version 33.1) [Application iPad]. Happy Moose Apps. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/bitsboard-flashcards-games/id516842210?l=en&mt=8>
- Colle, L., Baron-Cohen, S., & Hill, J. (2007). Do children with autism have a theory of mind? A non-verbal test of autism vs. specific language impairment. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(4), 716-723.
- Cris d'animaux. (s. d.). (Version 1.2) [Application iPad]. PXL APPS. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/cris-danimaux/id580044747?l=fr&mt=8>
- de Villiers, J. G., & Pyers, J. E. (2002). Complements to cognition: a longitudinal study of the relationship between complex syntax and false-belief-understanding. *Cognitive Development*, 17(1), 1037-1060.
- Delage, H., Chappalay, N., Gagniol, P., & Durrleman, S. (2017). Entraîner la mémoire de travail pour améliorer la syntaxe : une étude d'entraînement chez les enfants présentant un trouble spécifique du langage ou un trouble du spectre autistique. In *Efficacité des thérapies* (p. 203-232). OrthoEdition.
- Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., ... Guastella, A. J. (2017). Autism spectrum disorders: a meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry*.
- Durrleman, S., Burnel, M., & Reboul, A. (2017). Theory of mind in SLI revisited: links with syntax, comparisons with ASD. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 52(6), 816-830.
- Durrleman, S., Da Costa, J., & Delage, H. (2017). Différencier Idée et Réalité par Exercices [Application iPad]. Université de Genève.
- Duval, C., Piolino, P., Bejanin, A., Laisney, M., Eustache, F., & Desgranges, B. (2011). La théorie de l'esprit : aspects conceptuels, évaluation et effets de l'âge, Theory of mind: concepts, assessment and age effects. *Revue de neuropsychologie*, 31(1), 41-51.
- Farrar, M. J., Benigno, J. P., Tompkins, V., & Gage, N. A. (2017). Are there different pathways to explicit false belief understanding? *General language and*

- complementation in typical and atypical children. *Cognitive Development*, 43(Supplement C), 49-66.
- Hale, C. M., & Tager-Flusberg, H. (2003). The influence of language on theory of mind: a training study. *Developmental Science*, 6(3), 346-359.
- Haute Autorité de Santé. (2018). Trouble du spectre de l'autisme - Signes d'alerte, repérage, diagnostic et évaluation chez l'enfant et l'adolescent (Recommandation de bonne pratique). Haute Autorité de Santé.
- Helloin, M.-C., & Thibault, M.-P. (2006). EXALANG 3-6. Mont-Saint-Aignan: HappyneuronePro.
- Kruchinin, V. (2014). French Flashcards for Kids and logic game «Find a Picture» [Application iPad]. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/french-flashcards-for-kids-and-logic-game-find-a-picture/id840061917?l=en&mt=8>
- Lohmann, H., & Tomasello, M. (2003). The role of language in the development of false belief understanding: A training study. *Child development*, 74(4), 1130-1144.
- Miller, C. A. (2006). Developmental relationships between language and theory of mind. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 15(2), 142-154.
- Milligan, K., Astington, J. W., & Dack, L. A. (2007). Language and theory of mind: meta-analysis of the relation between language ability and false-belief understanding. *Child Development*, 78(2), 622-646.
- Moreau, N., & Champagne-Lavau, M. (2014). Théorie de l'esprit et fonctions exécutives dans la pathologie, Theory of mind and executive functions in pathology. *Revue de neuropsychologie*, 6(4), 276-281.
- Nilsson, K. K., & López, K. J. (2016). Theory of Mind in Children With Specific Language Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Child Development*, 87(1), 143-153.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and brain sciences*, 1(04), 515-526.
- Raven, J.-C., Court, J.H., & Raven, J. (1998). Progressives Matrices Couleur. Paris : EAP.
- Verbes français pour les enfants – Partie 1-Animé d'apprentissage de la langue: Animated French Verbs for Kids. (s. d.). (Version 1.2) [Application iPad]. Reputas LLC. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/verbes-fran%C3%A7ais-pour-les-enfants-partie-1-anim%C3%A9-d'apprentissage/id862938028?l=en&mt=8>
- Verbes français pour les enfants – Partie 2- French Verbs for Kids. (s. d.). (Version 1.2) [Application iPad]. Reputas LLC. Consulté à l'adresse <https://itunes.apple.com/ch/app/verbes-fran%C3%A7ais-pour-les-enfants-partie-2-french-verbs/id862945562?l=en&mt=8>
- Wilson, M. S., & Fox, B. J. (2013). Language for theory of mind TM: Understanding others' perceptions, wants, and needs [Systematic and engaging language instruction]. Vermont: Laureate Learning Systems.
- Woolfe, T., Want, S. C., & Siegal, M. (2002). Signposts to development: theory of mind in deaf children. *Child Development*, 73(3), 768-778.
- Yirmiya, N., Erel, O., Shaked, M., & Solomonica-Levi, D. (1998). Meta-analyses comparing theory of mind abilities of individuals with autism, individuals with mental retardation, and normally developing individuals. *Psychological Bulletin*, 124(3), 283-307.

## Annexes

### Annexe A. Test de théorie de l'esprit

Tâche non-verbale	Situation de vraie croyance		<p><i>Le papa a faim. Il veut prendre un yaourt pour le manger.</i></p> <p><i>Regarde, on cache les yeux du papa, il ne voit pas ce qu'il prend dans le frigo. Clique pour voir.</i></p> <p><i>Le papa pense prendre quoi dans le frigo ?</i></p>
			<p><i>La maman a soif. Elle veut prendre quelque chose à boire.</i></p> <p><i>Regarde, on cache les yeux de la maman, elle ne voit pas ce qu'elle prend dans le placard. Clique pour voir.</i></p> <p><i>La maman pense prendre quoi dans le placard ?</i></p>

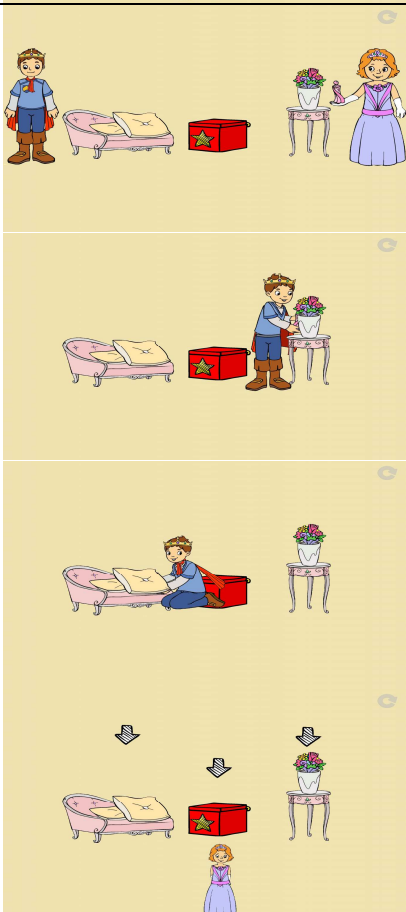
Tâche verbale	Situation de vraie croyance	
	Situation de fausse croyance	



Voici le lapin, voici le mouton. Le lapin est à côté de l'herbe. Le mouton est à côté de la paille. Le lapin prend la carotte et la met derrière l'herbe. Le lapin va faire une sieste.

Le mouton prend la carotte derrière l'herbe et il mange un bout de la carotte. Le mouton remet la carotte derrière l'herbe.

Maintenant le lapin revient, il veut manger sa carotte. Le lapin va chercher sa carotte où ?



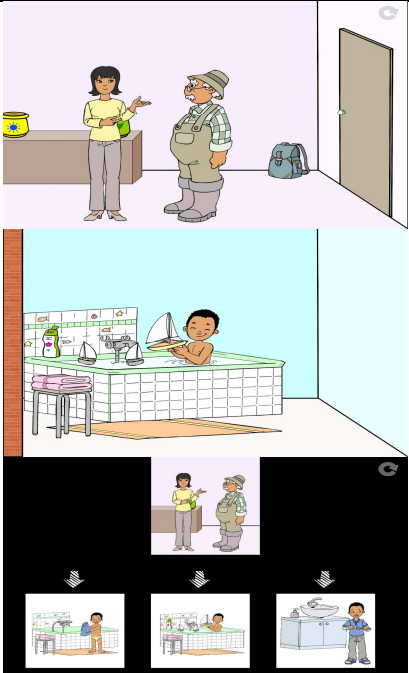

Voici la princesse. Voici le prince. La princesse est à côté des fleurs. Le prince est à côté d'un canapé. La princesse a du parfum, elle met le parfum derrière les fleurs. La princesse va se promener.

Le prince prend le parfum derrière les fleurs et se parfume la main

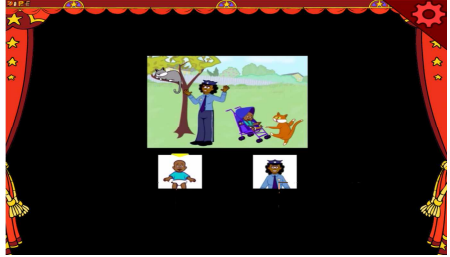
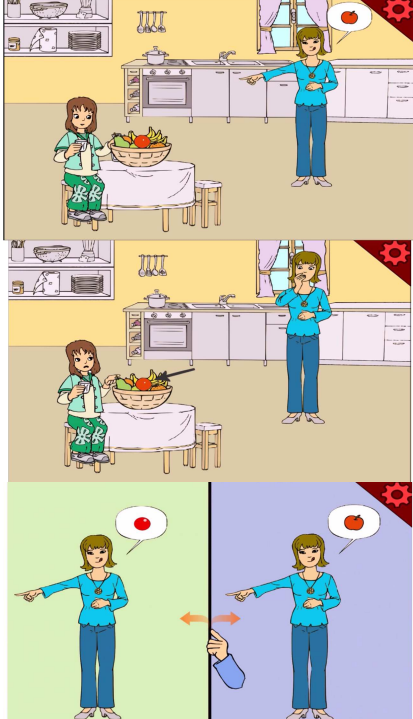

Le prince met le parfum derrière le canapé.

Maintenant, la princesse revient. Elle veut se parfumer. La princesse va chercher son parfum où ?



## Annexe B. Test de compréhension des propositions subordonnées complétives

<p><b>Vraie complétive</b></p>		<p><i>Le grand-père demande à la maman ce que Jean est en train de faire et la maman répond que Jean est en train de jouer avec des bateaux dans le bain.</i></p> <p><i>Regarde, Jean est en train de jouer avec des bateaux dans le bain.</i></p> <p><i>La maman dit que Jean fait quoi ?</i></p>
<p><b>Fausse complétive</b></p>		<p><i>Le papa demande à la maîtresse ce que Jean est en train de faire. Et la maîtresse répond que Jean est en train d'écrire quelque chose.</i></p> <p><i>Mais en vrai, Jean est en train de faire des jeux de construction.</i></p> <p><i>La maîtresse dit que Jean fait quoi ?</i></p>

## Annexe C. Application DIRE

Activité 1		<p>La policière voit un chat en train de dormir et le bébé voit un chat en train de danser.</p> <p>Qui voit un chat en train de danser ? Le bébé voit un chat en train de danser.</p> <p>Qui voit un chat en train de danser ?</p> <p><u>Réponse correcte :</u> Oui c'est ça. Le bébé voit un chat en train de danser.</p>
Activité 2		<p>Regarde la maman a faim. Elle veut manger. Elle dit qu'elle voit une pomme qui a l'air très bonne. Elle dit à sa fille qu'elle va manger la pomme. Mais la fille voit que c'est une balle rouge, ce n'est pas une pomme. Alors la fille lui dit : « Tu ne peux pas manger ça, tu as dit que c'était une pomme, mais regarde c'est juste une balle rouge ! ».</p> <p>La maman a dit quoi à sa fille ?</p> <p><u>Réponse correcte :</u> Oui c'est ça la maman a dit qu'elle voyait une pomme et qu'elle allait la manger.</p>
Activité 3		<p>Regarde, Tom apporte un gâteau. La grand-mère dit : « Tom apporte un gâteau ». La grand-mère dit quoi ?</p> <p><u>Réponse correcte :</u> Bravo. La grand-mère dit : « Tom apporte un gâteau » et Tom apporte vraiment un gâteau.</p> <p>Tu peux répéter ? La grand-mère dit : « Tom apporte un gâteau ».</p>



Activité 4		<p><i>Benjamin dit qu'il y a un œuf à côté du bonhomme de neige. Montre-moi !</i></p>
Activité 5		<p><i>Les enfants jouent au football. Sonia dit que les enfants jouent au basket. Est-ce qu'elle a raison ?</i></p> <p><i><u>Réponse correcte</u> : Oui c'est juste. Sonia s'est trompée. Madame Sonia, vous dites que les enfants jouent au basket mais en fait les enfants jouent au football.</i></p> <p><i>À toi répète ! Sonia dit que les enfants jouent au basket mais en fait les enfants jouent au football.</i></p>